ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

MÉMOIRE PRÉSENTÉ À
L'ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE

COMME EXIGENCE PARTIELLE
À L'OBTENTION DE LA
MAÎTRISE EN GÉNIE
M. Ing.

PAR
Isabelle DESJARDINS-DAVID

L'ÉVALUATION DES ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION INDIVIDUELLE UTILISÉS EN MILIEU DE TRAVAIL : CONSIDÉRATIONS ET MÉTHODOLOGIE PROPOSÉE

MONTRÉAL, LE 2 AOÛT 2010

PRÉSENTATION DU JURY

CE MÉMOIRE A ÉTÉ ÉVALUÉ

PAR UN JURY COMPOSÉ DE

M. Jean Arteau, directeur de mémoire
Département de génie mécanique à l'École de technologie supérieure

M. Phieu Le-Huy, président du jury
Département de génie électrique à l'École de technologie supérieure

M. Christian Belleau, membre du jury
Département de génie mécanique à l'École de technologie supérieure

Mme Patricia Dolez, membre du jury
Département de génie mécanique à l'École de technologie supérieure

IL A FAIT L'OBJET D'UNE SOUTENANCE DEVANT JURY ET PUBLIC

LE 13 JUILLET 2010

À L'ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE

REMERCIEMENTS

J'aimerais remercier toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire, plus particulièrement le professeur Jean Arteau, mon directeur de recherche, pour son soutien, la pertinence de ses critiques et sa grande disponibilité tout au long de mon passage au deuxième cycle. La confiance qu'il m'a témoignée ainsi que ses bons conseils me furent d'une aide inestimable.

Par la même occasion, je souhaite exprimer ma gratitude à tous ceux et celles qui ont cru en moi et qui m'ont offert de multiples opportunités de travailler et de m'impliquer au sein de l'université au cours des dernières années. Cette expérience m'a fourni la motivation et m'a grandement aidé à persévérer, en plus de m'ouvrir à de nouveaux horizons.

Finalement, je tiens à remercier mon conjoint, Éric, pour sa grande patience et son support au cours des dernières années.

L'ÉVALUATION DES ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION INDIVIDUELLE UTILISÉS EN MILIEU DE TRAVAIL : CONSIDÉRATIONS ET MÉTHODOLOGIE PROPOSÉE

Isabelle DESJARDINS-DAVID

RÉSUMÉ

L'évaluation et la sélection des équipements de protection individuelle (ÉPI) s'insèrent dans un cadre beaucoup plus large, celui de la gestion de la santé et sécurité au travail (SST) et du milieu de travail. Comme les ÉPI sont utilisés en dernier recours, tout doit avoir été mis en œuvre pour assurer la protection des travailleurs par l'élimination à la source ou la protection collective.

Compte tenu de la relation complexe et intime entre l'équipement et l'humain, la sélection et l'évaluation des ÉPI demeurent une problématique. De nombreuses contraintes, dont la principale "*l'ÉPI ne protège que le travailleur qui le porte adéquatement*" obligent à analyser plusieurs aspects pour effectuer une sélection adéquate. Encore doit-on s'assurer que l'ÉPI choisi corresponde au risque dont on cherche à se protéger. Une analyse des risques et de l'environnement de travail sont donc préalables à l'évaluation des ÉPI.

Ce mémoire propose une démarche d'évaluation et de sélection des ÉPI basée sur des critères qui assurent la protection et d'autres qui favorisent le port effectif. La première étape consiste à analyser les conditions d'utilisation : la dépense énergétique, les conditions climatiques et les tâches à effectuer. La réglementation en vigueur fait l'objet de la deuxième étape. S'en suivent les trois étapes d'essais; la présélection des ÉPI, les essais préliminaires et les essais terrain. Le bilan et suivi complètent la méthodologie proposée.

En prolongement à ce travail, il serait intéressant de développer une base de données qui recense les différentes catégories d'ÉPI pour chaque partie du corps en fonction des risques. Cet outil devrait inclure la réglementation en vigueur, les normes et autres moyens d'évaluation. Le recensement des fournisseurs pourrait possiblement y être intégré ainsi que tout autre document pertinent disponible. De plus, de saisir et expliciter les enjeux liés à l'implantation des moyens de prévention, dont les ÉPI, constituent une problématique importante pour assurer la pérennité de la méthodologie.

Mots clés : Équipement de protection individuelle (ÉPI), sélection, multicritères, acceptabilité, performance, compromis

EVALUATION OF PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT USED FOR WORK: CONSIDERATIONS AND PROPOSAL METHODOLOGY

Isabelle DESJARDINS-DAVID

ABSTRACT

Personal protective equipment (PPE) evaluation and selection are part of a larger framework: occupational health and safety and work environment management. As PPE should be used as a last resort, eliminating hazards (at the source) and collective protection must still be implemented as a first line of defense.

The strong and complex relation between humans and equipment causes issues during their evaluation and selection process. By keeping in mind that PPE protects a worker efficiently only if he wears it properly, it is necessary to analyze many different aspects to ensure proper selection. The fundamental aspect of this choice is to ensure the PPE was designed to protect workers from the particular risk in their work environment.

This master's thesis proposes an approach to evaluate and select PPE based on criteria to ensure effective use and protection of workers, the appropriate PPE can be determined. The first step consists of analyzing every condition of its use: metabolism, climatic conditions and job requirements. Looking at laws and standards is coming next in this methodology. The three trial steps are; initial PPE selection, preliminary trial and field trial follow. The results and periodic follow up of the whole process complete the approach.

Following this master's thesis, it could be worthwhile to create a database that would include different kinds of PPE for each body part, each of them related to particular hazards. This tool could include laws, standards and evaluation methods. It could also be useful to include suppliers' information and any other relevant data. Furthermore, identifying and explaining which important factors to make the PPE implantation successful are will guarantee the methodology's continuity.

Keywords: Personal protective equipment (PPE), selection, multi criteria, acceptability, performance, compromise

TABLE DES MATIÈRES

Page

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

Page

LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

ACNOR	Association canadienne de normalisation
ANSI	American National Standards Institute (États-Unis)
APR	appareil de protection respiratoire
ARA	appareil de respiration autonome
ASP	Association sectorielle paritaire (Québec)
ASPHME	Association sectorielle paritaire du secteur habillement métal électrique
ASPME	Association sectorielle paritaire du secteur métal électrique
ASTM	American Society for Testing and Material (États-Unis)
BNQ	Bureau de normalisation du Québec
CC	concentration du contaminant
CR	coefficient de risque
CRAMIF	Caisse régionale d'assurance maladie d'Île-de-France
CSA	Canadian Standards Association (ACNOR)
CSST	Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec
DIVS	danger immédiat pour la vie ou la santé
DLE	durée limite d'exposition
ÉPI	équipement de protection individuelle
ÉTS	École de technologie supérieure, Université du Québec
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
FP	facteur de protection
FPC	facteur de protection caractéristique

GIFAP	Groupement international des associations nationales des fabricants de produits agrochimiques
HSC	Health and Safety Commission (Grande-Bretagne)
HSE	Health & Safety Executive (Grande-Bretagne)
INRS	Institut national de recherche et de sécurité (France)
IRSST	Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (Québec)
ISO	Organisation internationale de normalisation
LSST	Loi en santé et sécurité du travail (Québec)
ONGC	Office des normes générales du Canada
OSHA	Occupational Safety and Health Administration (États-Unis)
PESTE	politique, économique, social, technologique et écologique
PMV	predicted mean vote
PP	pression positive
PPD	predicted percentage of dissatisfied
PPE	personal protective equipment
ROM	range of motion
RRSSTQ	Réseau de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec
RSST	Règlement en santé et sécurité du travail (Québec)
SST	santé et sécurité du travail
TMS	troubles musculo squelettiques
VEA	valeur d'exposition admissible
VFI	vêtement de flottaison individuelle
VIP	vêtement individuel de protection

INTRODUCTION

Dans ce travail, un équipement de protection individuelle (ÉPI) sera défini comme étant «tout dispositif ou moyen destiné à être porté ou tenu par une personne en vue de la protéger contre un ou plusieurs risques susceptibles de menacer sa santé ainsi que sa sécurité au travail, ainsi que tout complément ou accessoire destiné à cet objectif» (Union européenne, 1989a). Que ce soit un casque de protection, des chaussures renforcées, des bouchons d'oreille, ils peuvent être regroupés par partie du corps (ex. : protection respiratoire) ou par type de risque contre lesquels ils agissent (ex. : dispositifs antichute).

Pour effectuer le choix de l'équipement approprié à la situation, les dangers doivent tout d'abord être clairement identifiés. La solution du port des ÉPI doit être retenue dans les cas où les moyens d'éliminer le ou les dangers sont insuffisants. En effet, en matière de prévention en santé et sécurité au travail, le port d'équipement de protection individuelle est l'avant-dernier échelon selon la démarche de réduction du risque décrite par la CSST/IRSST telle qu'illustrée à la figure 0.1. Il en est de même selon plusieurs autres organismes reconnus et auteurs (Arteau et Giguère, 1993; ASP imprimerie, 2009; Association Française de Normalisation, 2000a; Baeza, 1996; Krawsky et Davillerd, 1997; Union européenne, 1989a; WorkSafeBC, 2009). Plusieurs raisons justifient cette position des ÉPI. Tout d'abord, avec l'ÉPI, les composantes du risque, le phénomène dangereux, la situation dangereuse de même que l'événement dangereux perdurent. L'ÉPI est seulement un facteur d'évitement ou de réduction du dommage et nécessite l'intervention d'un individu pour remplir sa fonction. Cependant, puisque tous les risques ne peuvent être éliminés à la source, les ÉPI demeurent. De plus, l'efficacité de l'ÉPI pour réduire le risque dépend largement de celui qui le porte. D'où résulte la question du port (implicitement, du non-port), du bon usage et du choix de l'équipement approprié. Finalement, seule la personne portant adéquatement l'ÉPI est protégée, celles l'entourant n'obtiennent aucune protection de la part de cet ÉPI.

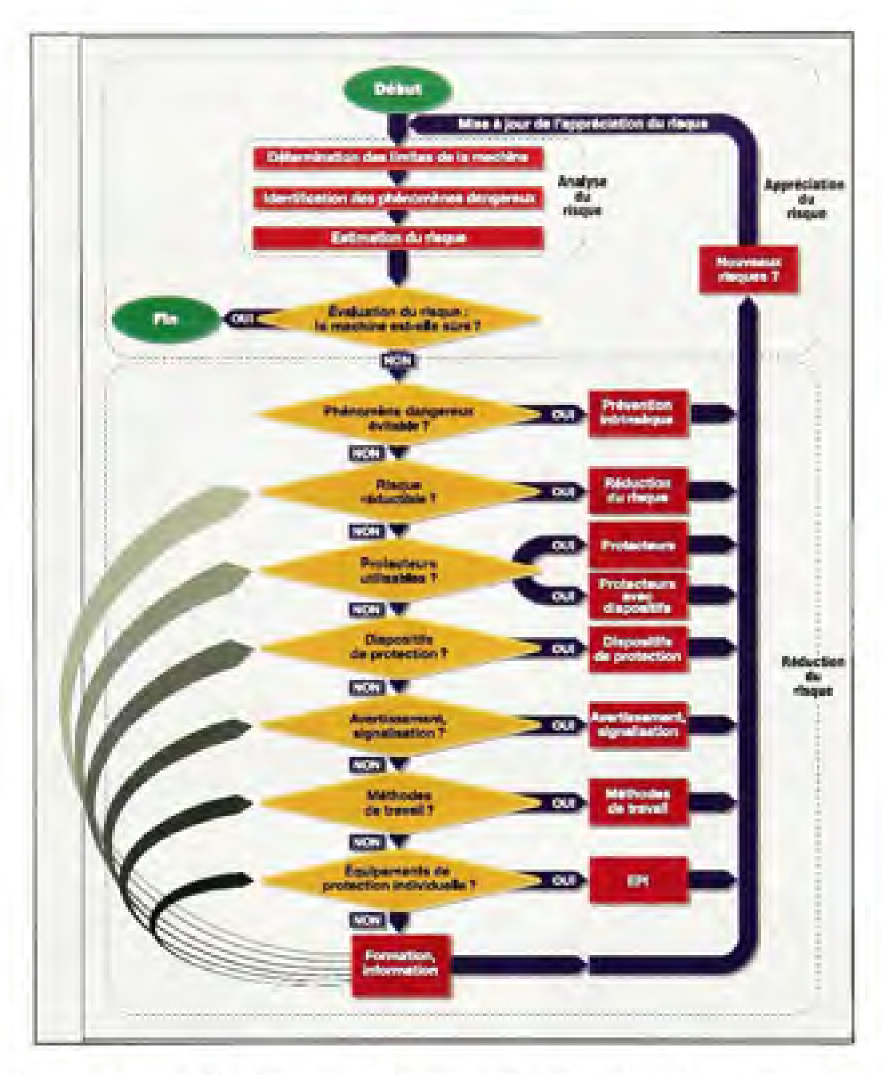


Figure 0.1 Schéma de la démarche d'appréciation et de réduction du risque.
Tirée de la brochure *Sécurité des machines* (CSST, 2004)

La figure 0.2 présente les deux types de processus menant au dommage. Le processus accidentel est celui où un accident survient, c'est-à-dire une libération soudaine et non prévue d'énergie. Quant au processus chronique, il résulte d'une exposition du travailleur à un phénomène dangereux à plus ou moins long terme. Peu importe le processus, les ÉPI agissent juste avant le dommage comme facteur d'évitement ou de réduction du dommage. De plus, dans le cas du processus accidentel se pose la question : pourquoi porter constamment un équipement qui protège contre un accident qui n'arrivera peut-être jamais? Tandis que dans le cas du processus chronique, la raison du port est constamment présente; si l'équipement de

protection individuelle n'est pas constamment porté, son efficacité est considérablement amoindrie tel qu'élaboré à la section 1.4, *La nécessité du port*.

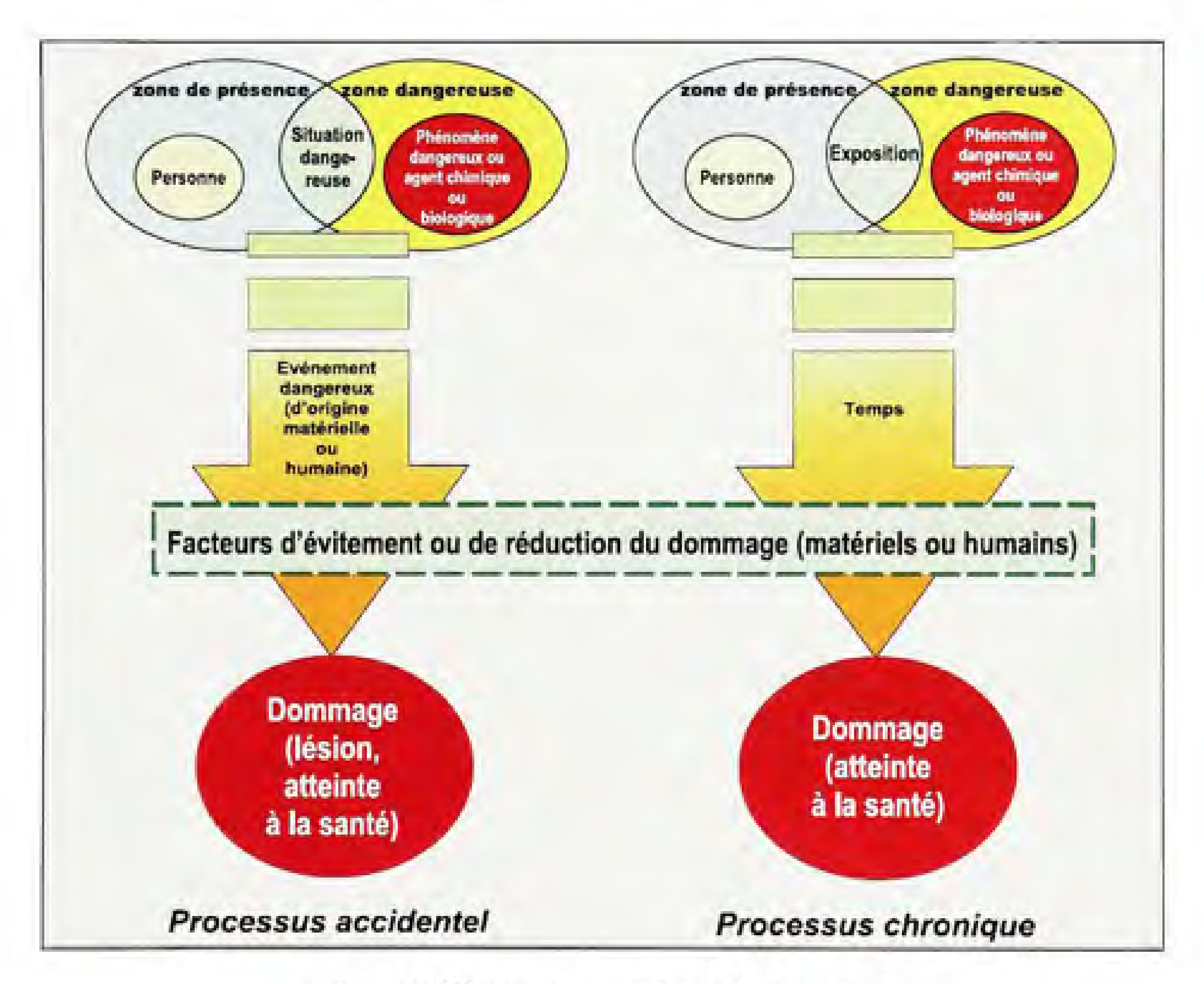


Figure 0.2 Processus menant aux dommages.

Tirée du DTE167 (CRAMIF, 2004)

Le bon usage d'un ÉPI implique que le travailleur doit savoir quel équipement utiliser, dans quelles situations et de quelle manière le porter et l'entretenir. C'est surtout une question de formation et de connaissance des risques et des moyens de s'en prémunir. Outre le bon usage et la formation qui en découlent, réside un problème de non-port des équipements de

protection. Les causes en sont multiples : disponibilité, inconfort, interférence avec le travail, esthétisme, etc.

Légalement, au Québec, l'employeur a la responsabilité de fournir gratuitement les équipements de protection individuelle à ses employés en plus de les former quant à l'utilisation et de s'assurer d'un port effectif (RSST à jour au 27 mai 2009b, a. 338). Toutes les questions de logistique telles que l'approvisionnement des équipements, leur entretien et leur remplacement ajoutent alors une dimension supplémentaire au travail des gestionnaires.

Certaines situations exigent le port d'ÉPI : dans les cas où le danger persiste, où le risque ne peut être accepté ou tout simplement comme mesure de protection supplémentaire. Les normes, les règlements et les devis des fabricants d'équipements orientent le choix de l'équipement. Toutefois, pour une sélection et une évaluation globale de ces équipements, ce n'est pas suffisant. De manière générale, les équipements de protection individuelle sont évalués, analysés, observés et gérés selon différents domaines d'expertise. Chacun de ces domaines aborde la question avec un point de vue qui lui est propre et qui se recoupe parfois entre eux – tel qu'illustrées par les zones ombrées de la figure 0.3. Pour être acceptée et convenir à l'ensemble des intervenants, l'évaluation d'un ÉPI doit tenir compte de ces différentes approches et les intégrer les unes aux autres – telle qu'illustrée par la zone centrale de la figure 0.3.

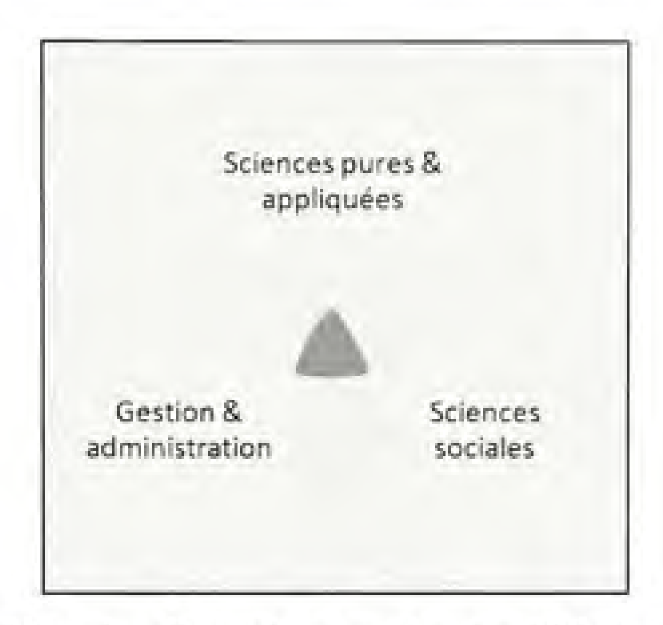


Figure 0.3 Domaines d'expertise en santé et sécurité du travail (SST).

La figure 0.3 illustre les grandes catégories de domaine d'expertise en santé et sécurité du travail. L'aspect gestion et administration traite davantage du contexte et de l'environnement dans lesquels l'ÉPI est utilisé tandis que les aspects sciences sociales, sciences pures et appliquées abordent davantage l'équipement en soi. Cette figure n'est toutefois qu'une image de la situation, qui pourrait être représentée de multiples façons.

Pour obtenir une évaluation juste et acceptée de l'ensemble de ces points de vue, un retour aux critères d'évaluation est de mise. Une approche qui intègre les différents points de vue et les différentes préoccupations et qui se base sur des critères clairement définis serait la manière logique d'évaluer les équipements de protection individuelle. Or, actuellement, les évaluations des ÉPI se limitent souvent à un type d'équipement, à une tâche de travail ou à un critère particulier selon des points de vue limités. Lorsqu'un seul critère est considéré, le rejet de l'ÉPI est plus probable puisque seules les préoccupations d'une partie des personnes concernées sont satisfaites, un consensus est donc difficilement atteignable, voir impossible. Ces approches mono-disciplinaires seront abordées au chapitre 4. Lorsque l'évaluation des équipements de protection individuelle est réalisée avec une approche multicritère, on constate que les intérêts de chacun sont pris en compte et que la conclusion retournée a des

chances d'être adoptée par un plus grand nombre d'intervenants. Ce qui est souhaitable est donc d'identifier les critères pour ensuite les structurer en approche pour obtenir le meilleur compromis possible dans l'évaluation et la sélection des équipements de protection individuelle. Rappelons que dans les cas où l'obligation du port d'un ÉPI découle d'un règlement, l'abstention de porter l'équipement n'est pas une alternative acceptable.

La méthode d'évaluation des équipements de protection individuelle présentée dans ce mémoire a comme objectif principal de regrouper les préoccupations de l'ensemble des intervenants, c'est-à-dire de toutes les personnes concernées de près ou de loin par le port des ÉPI et par le milieu de travail (productivité, rentabilité, compétitivité, etc.). L'objectif secondaire est de fournir les lignes directrices à ces mêmes intervenants pour la sélection et l'évaluation adéquates des ÉPI. Pour ce faire, le contexte dans lequel évoluent les ÉPI est d'abord abordé dans la problématique; définitions, contexte légal et l'utilisation de tel équipement en santé et sécurité du travail. Toujours au chapitre 1, les domaines d'expertise seront détaillés; quels sont leurs défis et enjeux et leurs façons de faire habituelles. Au chapitre 2, le contexte d'évaluation des ÉPI sera présenté et analysé ainsi que des études sur le port par rapport au non-port des ÉPI. L'évaluation repose sur différents critères, leur définition ainsi que les moyens de les évaluer font l'objet du chapitre 3. Au chapitre 4, des méthodes d'évaluation des ÉPI existantes seront présentées et commentées. Ensuite, au chapitre 5, la méthodologie générale d'évaluation des équipements proposée est détaillée. Le chapitre 6 présente des exemples d'application de cette méthodologie. Finalement, une synthèse qui présente les avantages et les limites d'une telle démarche sera abordée au chapitre 7, juste avant la conclusion.

CHAPITRE 1

PROBLÉMATIQUE

1.1 Définitions

Afin de bien cerner le sujet, il convient de définir quelques concepts clés par des définitions disponibles dans la littérature et certains commentaires pour les inclusions ou exclusions.

1.1.1 Équipement de protection individuelle (ÉPI)

Tel que le titre de ce mémoire l'indique, il s'agit de l'évaluation des équipements de protection individuelle utilisés en milieu de travail. Que peut-on considérer comme étant un équipement de protection individuelle utilisé en milieu de travail? Des normes ainsi que des textes légaux (lois, règlements, directives, etc.) fournissent certaines définitions et indications à ce sujet.

De manière générale, le Grand dictionnaire terminologique (Office québécois de la langue française, 2009) propose comme définition à l'équipement de protection individuelle un «vêtement ou accessoire dont on se sert pour protéger le corps ou une partie du corps contre un risque spécifique».

L'Union européenne s'est dotée de la Directive 89/686/CEE sur les équipements de protection individuelle utilisés en milieux de travail. Sa définition de l'ÉPI étant : «tout dispositif ou moyen destiné à être porté ou tenu par une personne en vue de la protéger contre un ou plusieurs risques susceptibles de menacer sa santé ainsi que sa sécurité au travail ainsi que tout complément ou accessoire destiné à cet objectif.» En décortiquant cette définition, on considère par *dispositif ou moyen*, un élément physique, tangible, *à être porté ou tenu par une personne*, sous-entend l'intervention humaine de prendre l'ÉPI pour le porter tel un vêtement ou le tenir tel un bouclier; *en vue de la protéger contre un ou plusieurs risques*, caractérise la fonction de protection; *susceptibles*, indique le caractère potentiel, pas

nécessairement automatique; *de menacer sa santé ainsi que sa sécurité au travail*, inclut les atteintes tant à la santé qu'à la sécurité de l'individu.

Le comité américain ASTM F-23 *Protective clothing and equipment* développe des normes et la terminologie associée, en plus de déterminer des spécifications techniques pour les vêtements et équipements de protection individuelle utilisés en milieu de travail.

> «The Committee will develop standard specifications, test methods, practices, guides, terminology, and classifications for protective clothing and personal protective equipment (PPE) designed and constructed to protect the user from potential occupational hazards and/or provide a barrier to prevent the user from being a source of contamination»

(ASTM International, 2009)

De cette définition, retenons que les équipements de protection individuelle sont conçus et construits pour protéger l'utilisateur contre des risques professionnels potentiels et/ou pour fournir une barrière pour empêcher l'utilisateur d'être une source de contamination.

Au niveau international, le comité technique ISO/TC94 *Sécurité individuelle - Vêtements et équipements de protection* (2009) s'assure de la normalisation de la qualité et de l'efficacité des vêtements et des équipements individuels, considérés comme tout élément destiné à protéger les personnes contre un risque à l'exception de ceux relatifs aux rayonnements nucléaires. Regroupant 140 pays, ce comité prend en considération l'ensemble des usages possibles pour les ÉPI, tant ceux professionnels que sportifs ou domestiques.

Dans le cadre de ce mémoire, la définition proposée par l'Union européenne à laquelle est ajoutée la notion que le travailleur peut être une source de contaminant tel que présenté par l'ASTM F23 est retenue. De plus, la protection offerte par les ÉPI permet de réduire l'amplitude des dommages sans nécessairement les éliminer complètement.

1.1.2 Équipements de protection collective

Par définition, l'équipement de protection collective est un «dispositif, un mécanisme, un appareil ou une installation qui, par sa conception (agencement et matériaux constitutifs) est capable d'assurer valablement la protection du personnel contre un ou plusieurs risques professionnels ou d'en limiter les conséquences». (Gros, 1989)

Certaines différences sont à noter entre la protection individuelle et la protection collective. Tout d'abord, la protection individuelle, en règle générale, ne protège que l'individu qui la porte ou la tient. Dans le cas de la protection collective, un mécanisme est mis en place et protège l'ensemble des travailleurs. De plus, l'équipement (individuel ou collectif) exige une intervention de l'individu pour sa mise en place et son opération. Un équipement qui serait fonctionnel sans la moindre action serait qualifié de protection passive et un qui demanderait une intervention soutenue de l'individu serait qualifié de protection active. Les deux extrêmes de protection (passive et active) sont des concepts théoriques, en réalité, les équipements tendent davantage vers l'un de ces pôles. En règle générale, la protection individuelle est une protection davantage active puisqu'elle requiert l'intervention du travailleur pour être effective. En effet, l'opérateur doit porter ou tenir adéquatement l'équipement de protection individuelle tel que défini à la section 1.1.1. Puisque la protection collective n'exige pas d'intervention particulière de chacun des travailleurs à protéger, seulement une intervention unique d'installation pour rendre la mesure effective, elle est donc davantage qualifiée de protection passive. Le tableau 1.1 illustre ces deux concepts de protection individuelle/collective et de protection active/passive. Un exemple comparatif entre la protection collective et la protection individuelle est la protection contre les chutes en hauteur : un garde-corps est installé en périphérie d'un toit, il s'agit d'une protection collective, tous les travailleurs sont protégés; tandis qu'avec un harnais, seul celui qui le porte est protégé, il s'agit alors d'une protection individuelle. Il est tout de même intéressant de noter que certains dispositifs de protection collective sont conçus pour protéger un seul travailleur à la fois en cas d'accident. Par exemple, un filet de protection arrêtera la chute d'un seul travailleur, si plus d'un travailleur tombe sur un même filet, la protection n'est plus assurée. Dans ce cas, à moins de dispositions particulières, la protection collective est conçue

pour ne protéger qu'un seul travailleur à la fois. Contrairement à la protection individuelle, il peut s'agir de n'importe lequel des travailleurs, et ce, sans intervention de leur part. Voir l'article S2.1, r6, Code de sécurité pour les travaux de construction, article 2.9.3 (à jour au 27 mai 2009a) pour le règlement relatif à ces dispositions.

Tableau 1.1 Protection individuelle et protection collective

	Actif	**Passif**
Protection individuelle	X	
Protection collective		X

Bien que la protection collective ait la même fonction de base que les ÉPI, soit celle de protéger les travailleurs contre divers phénomènes dangereux, les critères d'évaluation de ces deux types de protection diffèrent grandement. Dans le cas de la protection collective, les travailleurs n'ont pas systématiquement à intervenir pour être protégés. C'est pourquoi les critères d'évaluation et la démarche présentés dans le cadre de ce mémoire excluent la protection collective.

1.1.3 Vêtements de travail

Les organismes de normalisation tels qu'ASTM traitent parfois de vêtements de travail en parallèle avec les ÉPI sans préciser de distinction claire entre ces termes. On propose donc que le vêtement de travail constitue un élément qui a pour but premier de vêtir un individu en fonction des tâches à accomplir dans le cadre de son travail. Certains emplois exigent des vêtements ou des pièces vestimentaires spécifiques comme certains uniformes, par exemple, l'uniforme des policiers. Bien que les vêtements de travail et les équipements de protection individuelle n'aient pas toutes les mêmes fonctions, tous deux doivent rencontrer certains critères pour remplir leurs fonctions.

La fonction première d'un équipement de protection individuelle est de protéger l'individu contre un phénomène dangereux quelconque. À l'opposé, la fonction première d'un vêtement de travail est de vêtir l'individu selon le travail et les tâches à accomplir.

Plusieurs critères d'évaluation des vêtements de travail et des équipements de protection individuelle sont cependant les mêmes. On peut penser au confort, à minimiser les interférences entre équipements ou vêtements et le travail, aux coûts, à l'entretien requis et à la durabilité. Toutefois, l'aspect protection revêt un autre caractère. Les vêtements de travail peuvent protéger le travailleur contre divers facteurs qui ne représentent pas nécessairement un risque à sa santé ou sa sécurité. Par exemple, le tablier d'un boucher l'empêche de tacher ses vêtements. Toutefois, certains vêtements de travail sont également des équipements de protection individuelle. Par exemple, ce même tablier de boucher prévient les brûlures par éclaboussures lors de la cuisson et prévient la contamination des aliments.

La limite entre les équipements de protection individuelle et les vêtements de travail est donc parfois mince. Tracer cette limite n'est pas le but ici; que l'on ait un ÉPI ou un vêtement de travail qui revêt un caractère de protection quelconque, les critères et la démarche d'évaluation présentés dans ce mémoire s'appliqueront.

1.2 Catégories d'ÉPI

Les ÉPI sont souvent regroupés en catégories pour différentes fins; parfois par parties du corps, par métiers, par risques ou autres. Ces catégories dépendent de l'usage et des besoins. Par exemple, North, un fabricant d'ÉPI, catégorise les ÉPI selon la partie du corps à protéger (dont la protection respiratoire, la protection des yeux et de la tête) et le type de risque auquel le travailleur est exposé (chute en hauteur) (North, 2005). Il en est de même dans le RSST. Certains articles du règlement s'appliquent précisément à un type d'équipement – par exemple aux casques (341, 342); l'article 343 fait référence à la partie du corps à protéger, soit à la protection oculaire et faciale. D'autres font référence aux risques auxquels le

travailleur peut être exposé (345; 346 pour les chutes). Ici, seules les catégories par parties du corps et celles par risques sont présentées.

1.2.1 Catégories par parties du corps

Chaque partie du corps peut subir des dommages suite à un accident ou une exposition plus ou moins prolongée. Pour réduire ces dommages, un équipement de protection individuelle peut être mis en place. Le tableau 1.2 en cite quelques exemples.

Tableau 1.2 Exemples d'ÉPI par parties du corps

Parties du corps	ÉPI
Yeux	Lunettes de sécurité, visière
Pieds	Chaussures de protection
Système respiratoire	Masques, cartouches
Mains et doigts	Gants
Tête	Casque de protection

Par cette classification, certains équipements sont répétés puisqu'ils couvrent plus d'une partie du corps tels que les casques intégrant une protection auditive, d'autres sont plus difficilement classables tels que les équipements antichute.

1.2.2 Catégories par risques

La classification par risques répartit les ÉPI selon le risque présent (exemples au tableau 1.3), un peu comme le propose l'article 355 du RSST pour les travailleurs qui travaillent au-dessus de l'eau. Cette classification a l'avantage de pouvoir être associée aux grilles d'analyse des risques utilisées pour l'identification des risques en milieu de travail.

Tableau 1.3 Exemples d'ÉPI par types de risques

Risques	ÉPI
Gravité – chute en hauteur	Harnais, coulisseau
Chaleur	Gants, tablier, vêtements de travail
Vibrations	Gants, poignées

1.2.3 Mixte

Souvent, pour répertorier l'ensemble des ÉPI, une distribution mixte s'impose. Les organismes de normalisation ISO, ASTM et CEN ont opté pour ce type de répartition.

À l'international, le comité technique ISO TC 94 est divisé en huit sous-comités tel qu'indiqué au tableau 1.4

Tableau 1.4 Sous-comités ISO

TC 94/SC 1	Protection de la tête
TC 94/SC 3	Protection des pieds
TC 94/SC 4	Protection contre les chutes en hauteur
TC 94/SC 6	Protection des yeux et du visage
TC 94/SC 12	Protection auditive
TC 94/SC 13	Vêtements de protection
TC 94/SC 14	ÉPI pour pompiers
TC 94/SC 15	Appareils de protection respiratoire

Ces sous-comités visent une partie du corps (SC 1, SC 3, SC 6, SC 12 et SC 15), un risque (SC 4), un métier (SC14) ou une catégorie d'ÉPI (SC 13).

Quant à CEN, des comités techniques ont été créés par l'Union européenne afin d'harmoniser les différentes normes européennes. Sept de ces comités abordent les équipements de protection individuelle :

- CEN/TC 79 Appareils de protection respiratoire et de plongée;
- CEN/TC 85 Équipements de protection des yeux;
- CEN/TC 158 Casques de protection;
- CEN/TC 159 Protection de l'ouïe;
- CEN/TC 160 Protection contre les chutes y compris les ceintures de travail;
- CEN/TC 161 Protecteurs du pied et de la jambe;
- CEN/TC 162 Vêtements de protection incluant main, bras et gilets de sauvetage.

Certains de ces comités se consacrent aux équipements destinés à protéger une région du corps en particulier tandis que d'autres couvrent les équipements protégeant contre un risque spécifique. D'autres comités se concentrent sur un aspect ou un domaine d'activité en abordant les équipements de protection individuelle sans se limiter aux risques SST :

- CEN/TC 78 Équipements et outils pour travail sous tension;
- CEN/TC 122 Ergonomie;
- CEN/TC 211 Acoustique.

Le comité ASTM F23 *Vêtements et équipements de protection* a également créé des sous-comités pour gérer la normalisation des ÉPI :

- F23.20 – Physiques
- F23.30 – Chimiques
- F23.40 – Biologiques
- F23.50 – Certification et interopérabilité
- F23.60 – Facteurs humains
- F23.70 – Dangers d'irradiation
- F23.80 – Flamme et chaleur
- F23.90 – Exécutif
- F23.91 – Éditorial

- F23.95 – Planification
- F23.96 – Coordination internationale des normes
- F23.96.01 – Équivalent américain du ISO TC94/SC13 sur les vêtements de protection
- F23.96.02 – Équivalent américain du ISO TC94/SC14 sur les ÉPI pour pompiers
- F23.97 – Liaison

Ces sous-comités classent les ÉPI par type de risque (F23.20, F23.30, F23.40, F23.70 et F23.80), par type d'équipement (F23.96.01) ou par métier (F23.96.02). Les autres sous-comités gèrent d'autres aspects relatifs à l'ensemble des ÉPI tels que la certification et la coordination internationale entre les normes.

1.3 Contexte légal

1.3.1 Exigences québécoises

Au Québec, la LSST et la LATMP sont les lois relatives à la santé et sécurité au travail qui s'appliquent dans la majorité des situations, à l'exception des cas présentés à la section *Exigences canadiennes*, 1.3.2 sur les entreprises de juridiction fédérale. La LATMP encadre les conséquences des accidents de travail et des maladies professionnelles tandis que la LSST couvre la santé et la sécurité du travail davantage en prévention des dommages. Quelques articles de la LSST abordent les équipements de protection individuelle, l'ensemble de ces articles est présenté à l'annexe I.

Le champ d'application de la loi précise que les équipements de protection individuelle doivent être mis à la disposition des travailleurs sans pour autant diminuer les efforts de réduction à la source (LSST à jour au 14 mai 2009, a. 3).

De plus, selon l'article 51, l'employeur doit « fournir gratuitement au travailleur tous les moyens et équipements de protection individuels choisis par le comité de santé et de sécurité conformément au paragraphe 4° de l'article 78 ou, le cas échéant, les moyens et équipements

de protection individuels ou collectifs déterminés par règlement et s'assurer que le travailleur, à l'occasion de son travail, utilise ces moyens et équipements ».

Les équipements de protection individuelle doivent être inclus dans le programme de prévention de l'entreprise en vertu de l'article 59 : « l'identification des moyens et équipements de protection individuels qui, tout en étant conformes aux règlements, sont les mieux adaptés pour répondre aux besoins des travailleurs de l'établissement ».

Finalement, le mandat de sélectionner les équipements de protection individuelle revient au comité de santé et de sécurité selon l'article 78 .

Le RSST est un règlement prescrit par la LSST, tous les articles qui couvrent les équipements de protection individuelle sont présentés à l'annexe II. À la section *Moyens et équipements de protection individuels ou collectifs* du RSST, les articles 338 et 339 traitent des obligations de l'employeur et du travailleur respectivement :

« **338. Obligations de l'employeur** : L'employeur doit fournir gratuitement au travailleur les moyens et les équipements de protection individuels ou collectifs prévus à la présente section ainsi qu'au sous-paragraphe *c* du paragraphe 2° du premier alinéa de l'article 300 et à l'article 312 et s'assurer que le travailleur, à l'occasion de son travail, utilise ces moyens et ces équipements.

L'employeur doit également s'assurer que les travailleurs ont reçu l'information nécessaire sur l'usage de tels moyens et de tels équipements de protection.

339. Obligations du travailleur : Le travailleur doit porter ou utiliser, selon le cas, les moyens et les équipements de protection individuels ou collectifs prévus à la présente section ainsi qu'au sous-paragraphe *c* du paragraphe 2° du premier alinéa de l'article 300 et à l'article 312.»

(RSST à jour au 27 mai 2009b)

Ces deux articles présentent les obligations légales des employeurs et des travailleurs en regard des équipements de protection individuelle; ils répètent les obligations prescrites dans la LSST.

1.3.2 Exigences canadiennes

Certains types d'entreprises canadiennes sont sous juridiction fédérale en matière de santé et de sécurité au travail tel que les banques, les entreprises de télécommunications et les transporteurs aériens internationaux. La partie II du Code canadien du travail est alors appliquée en ce qui a trait à la SST. (Gouvernement du Canada, à jour au 20 mai 2009)

En fonction de la taille de l'entreprise, un représentant en matière de santé et de sécurité ou un comité local de santé et de sécurité doit être en place. Cette instance a comme fonction, entre autres, « de participer à la mise en œuvre et au contrôle d'application du programme … de dispositifs ou de vêtements de protection personnelle.». On prône la prévention à la source, et en dernier recours, l'usage des ÉPI. L'employeur a le devoir de fournir les ÉPI appropriés à ses employés et à toutes autres personnes présentes sur les lieux de travail en plus d'avoir à s'assurer que ces personnes connaissent et utilisent correctement les ÉPI. L'employé doit collaborer en portant ses équipements de protection individuelle et en participant, au besoin, au comité local de santé et de sécurité au travail. Les articles de loi sont présentés à l'annexe III. De plus, depuis 2004, la Loi C-21 a introduit dans le Code criminel canadien une notion de responsabilité élargie à l'entreprise en la rendant imputable des actions de l'ensemble de ses employés. La Loi C-21 est aussi responsable de l'ajout de l'article 217.1 au Code criminel, article abondant dans le même sens que l'article 51 de la LSST. Le Code criminel rend maintenant criminel le comportement d'une personne ou d'une organisation qui néglige l'obligation de supervision lorsque la mort ou des blessures corporelles graves sont causées par cette négligence.

En Ontario, on retrouve la *Occupational Health and Safety Act* (Ministry of labour, à jour au 20 août 2007), similaire à la LSST québécoise. Tel que détaillé à l'annexe IV, *OSH Act* explicite les obligations des employeurs et des travailleurs en y ajoutant un autre intervenant :

le superviseur qui agit comme intermédiaire entre l'employeur et l'employé. Tout comme les travailleurs, il doit s'assurer de porter ses ÉPI. Cette loi ne spécifie pas qui doit sélectionner les équipements de protection individuelle et les responsabilités sont légèrement différentes par rapport au cadre québécois.

Du côté de la Colombie Britannique, l'organisme *WorkSafe BC* applique le Hazardous Product Act (WorkSafeBC, 2009) dont la partie 8 (en partie présentée à l'annexe V) traite exclusivement des équipements de protection individuelle et des vêtements de protection. Contrairement au Québec et à l'Ontario, les travailleurs sont tenus de fournir leurs propres chaussures de protection, leurs gants de travail (usage général) ainsi que des vêtements appropriés aux conditions environnementales. L'employeur doit fournir gratuitement les autres ÉPI. Pour ce qui a trait à la sélection, à l'usage et à la maintenance, on se réfère aux normes en vigueur en spécifiant que les ÉPI ne doivent pas créer d'interférence entre eux ni générer de nouveaux risques pour le travailleur.

1.3.3 Législations internationales

L'Union européenne s'est dotée d'une directive propre aux équipements de protection individuelle afin de rapprocher la législation des états membres en la matière. Cette directive, la 89/686/CEE (Union européenne, 1989a), fixe, entre autres, « les exigences essentielles de sécurité auxquelles les ÉPI doivent satisfaire en vue de préserver la santé et d'assurer la sécurité des utilisateurs» à l'article 1 (champ d'application de la norme). L'annexe II de la directive, présentée à l'annexe VI, détaille ces exigences essentielles. Ci-dessous, celles qui seront davantage élaborées dans ce mémoire sont présentées et expliquées.

Selon le premier article, 1.1.1 *Ergonomie*, «Les ÉPI doivent être conçus et fabriqués de façon telle que, dans les conditions d'emploi prévisibles auxquelles ils sont destinés, l'utilisateur puisse déployer normalement l'activité l'exposant à des risques, tout en disposant d'une protection de type approprié et d'un niveau aussi élevé que possible.». *Les conditions d'emploi prévisibles* soulignent le caractère réel et non seulement prescrit de l'utilisation qui peut être faite de l'ÉPI. Le *type approprié* signifie que l'ÉPI est conçu et choisi en fonction

du type de risque(s) pour lequel une protection est souhaitée. D'*un niveau aussi élevé que possible* implique que le niveau maximum n'est pas nécessairement l'optimal.

L'article 1.1.2.1 *Niveaux de protection aussi élevés que possible*, détaille le niveau optimal de protection abordé à l'article précédent :

> «Le niveau de protection optimal à prendre en compte lors de la conception est celui au-delà duquel les contraintes résultant du port de l'ÉPI s'opposeraient à son utilisation effective pendant la durée d'exposition au risque, ou au déploiement normal de l'activité.»

(Union européenne, 1989a)

C'est-à-dire que si le niveau de protection est tel que le port de l'ÉPI ou le déroulement de l'activité de travail est affecté, le niveau de protection peut être réévalué. À noter que la question du port des équipements de protection individuelle fait l'objet de la prochaine section (1.4) ainsi que de la section 2.2.

Les articles 1.2.1.2 *État de surface adéquat de toute partie d'un ÉPI en contact avec l'utilisateur* et 1.2.1.3 *Entraves maximales admissibles pour l'utilisateur* stipulent des aspects liés à l'intégration de l'ÉPI au travail :

> «Toute partie d'un ÉPI en contact ou susceptible d'entrer en contact avec l'utilisateur pendant la durée du port doit être dépourvue d'aspérités, arêtes vives, pointes saillantes, etc., susceptibles de provoquer une irritation excessive ou des blessures.
> Les ÉPI doivent s'opposer le moins possible aux gestes à accomplir, aux postures à prendre et à la perception des sens. En outre, ils ne doivent pas être à l'origine de gestes qui mettent l'utilisateur ou d'autres personnes en danger.»

(Union européenne, 1989a)

La section 1.3 *Facteurs de confort et d'efficacité* aborde la question de l'anthropométrie à l'article 1.3.1 et le compromis à réaliser entre la légèreté et la solidité à l'article 1.3.2.

«1.3.1 Adaptation des ÉPI à la morphologie de l'utilisateur
Les ÉPI doivent être conçus et fabriqués de façon telle qu'ils puissent être placés aussi aisément que possible sur l'utilisateur dans la position appropriée et s'y maintenir pendant la durée nécessaire prévisible du port, compte tenu des facteurs d'ambiance, des gestes à accomplir et des postures à prendre. Pour ce faire, les ÉPI doivent pouvoir s'adapter au mieux à la morphologie de l'utilisateur, par tout moyen approprié, tel que des systèmes de réglage et de fixation adéquats, ou une variété suffisante de tailles et pointures.

1.3.2. Légèreté et solidité de construction
Les ÉPI doivent être aussi légers que possible, sans préjudice de leur solidité de construction ni de leur efficacité.»

(Union européenne, 1989a)

En outre, le fabricant est tenu d'informer les utilisateurs futurs en incluant une notice d'information avec l'ÉPI qui comprend, entre autres, «les informations suivantes :

a) les instructions de stockage, d'emploi, de nettoyage, d'entretien, de révision et de désinfection. Les produits de nettoyage, d'entretien ou de désinfection préconisés par le fabricant ne doivent avoir, dans le cadre de leur mode d'emploi, aucun effet nocif sur les ÉPI ni sur l'utilisateur;
b) les performances réalisées lors d'examens techniques visant à vérifier les niveaux ou classes de protection des ÉPI;
c) les accessoires utilisables avec les ÉPI, ainsi que les caractéristiques de pièces de rechange appropriées;
d) les classes de protection appropriées à différents niveaux de risques et les limites d'utilisation correspondantes;
e) la date ou le délai de péremption des ÉPI ou de certains de leurs composants;
f) le genre d'emballage approprié au transport des ÉPI;
g) la signification du marquage, lorsqu'il en existe un.» (Union européenne, 1989a)

Les principes de conception généraux de la directive européenne 89/686/CEE incluent des aspects d'ergonomie, d'innocuité (absence de facteurs de nuisance autogène), de compatibilité entre les ÉPI d'un même fabricant et de compromis entre le confort et le niveau de protection. Cette exigence de compatibilité est également mentionnée par le comité international ISO TC94. De plus, il est précisé que les ÉPI doivent avoir «une résistance suffisante contre les effets des facteurs d'ambiance inhérents aux conditions prévisibles d'emploi», ce qui se réfère aux aléas des milieux de travail. Il s'agit donc du cadre légal qui englobe le plus d'aspects à prendre en considération : il n'est pas limité aux normes et à l'efficacité des équipements. La directive européenne 89/656/CEE précise également que l'approvisionnement en ÉPI (achat et entretien), la formation à prodiguer aux utilisateurs de même que la sélection des ÉPI reviennent à l'employeur.

Du côté américain, OSHA retourne la responsabilité de la gestion et de la législation des équipements de protection individuelle aux agences fédérales. (Occupational Safety & Health Administration, à jour au 1er janvier 2004)

« SEC. 19. Federal Agency Safety Programs and Responsibilities
(a) It shall be the responsibility of the head of each Federal agency (not including the United States Postal Service) to establish and maintain an effective and comprehensive occupational safety and health program which is consistent with the standards promulgated under section 6. The head of each agency shall (after consultation with representatives of the employees thereof) (2) acquire, maintain, and require the use of safety equipment, personal protective equipment, and devices reasonably necessary to protect employees»

Une mention particulière de la même loi fait état que l'usage des équipements de protection individuelle doit être approprié et permettre réellement la prévention des incidents inclus dans le registre des accidents.

«SEC. 22. NIOSH ("Workers' Family Protection Act")
(c) Evaluation of employee transported contaminant releases (B) Matters to be evaluated In conducting the study and evaluation under subparagraph (A), the Director shall— (iii) compile a summary of the existing research and case histories conducted on incidents of employee transported contaminant releases, including— (I) the effectiveness of workplace housekeeping practices and personal protective equipment in preventing such incidents»

(Occupational Safety & Health Administration, à jour au 1er janvier 2004)

1.3.4 Règlements

Déterminer quelle est la juridiction applicable est le point de départ. Au Canada, la législation relative aux ÉPI est sous juridiction provinciale pour la majorité des secteurs d'activités à quelques exceptions près présentées à la section 1.3.2 *Exigences canadiennes* (c'est alors le Code canadien du travail qui s'applique). La LSST a émis une série de règlements par secteur d'activités et le RSST englobe l'ensemble des secteurs sauf ceux couverts par un règlement spécifique (comme la construction, les forêts ou les mines). Certains de ces règlements imposent le port d'ÉPI, normalisés ou non, face à différentes situations. Par exemple, le *Code de sécurité pour les travaux de construction* prescrit le port de chaussures de protection conforme à la norme ACNOR Z195 – M1984 :

> «**2.10.6. Protection des pieds:** Tout travailleur doit porter des chaussures de protection conformes à la norme Chaussures de protection, ACNOR Z195 - M1984, et conçues pour les risques indiqués ci-dessous lorsqu'il est exposé à se blesser les pieds par:
>
> *a)* perforation;
>
> *b)* chute d'objets lourds ou tranchants;
>
> *c)* contact avec du métal en fusion; ou
>
> *d)* contact avec des liquides chauds ou corrosifs.»

(Gouvernement du Québec, à jour au 27 mai 2009a)

1.3.5 Normes

Les normes sont d'application volontaire à moins qu'elles ne soient imposées par règlementation. Différents organismes rédigent des normes sur les ÉPI dont le Bureau de normalisation du Québec (BNQ) et l'Association canadienne de normalisation (ACNOR/CSA). Toutefois, certains ÉPI ne sont pas normalisés; pour évaluer leurs performances et leur acceptabilité théorique, la littérature scientifique, les rapports techniques, les guides de sélection de même que des sections de règlement peuvent offrir une marche à suivre. Par exemple, dans le *Code de sécurité pour les travaux de construction* (Gouvernement du Québec, à jour au 27 mai 2009a), l'article 2.9.3 détaille les exigences d'un filet (voir encadré ci-dessous) de manière similaire à une norme. À l'extérieur du Canada, du côté américain, ANSI encadre le développement des normes (ASTM, ASME, UL, NFPA, etc.). En Europe, les normes EN, BS ainsi que les normes internationales ISO encadrent les ÉPI. Il s'agit donc d'un règlement à caractère normatif.

2.9.3. Filet de sécurité : Lorsqu'un filet de sécurité est installé, celui-ci doit :

1° être placé de façon à empêcher une personne de tomber de plus de 6 mètres de hauteur en chute libre ;

2° être d'une surface suffisante pour intercepter une personne en cas de chute ;

3° pouvoir supporter une masse de 115 kilogrammes tombant de la hauteur maximale de 6 mètres avec un coefficient de sécurité de 3 ;

4° être assez souple pour « faire poche » et retenir une personne en cas de chute ;

5° résister à l'action des agents atmosphériques ;

6° être libre de tout débris ;

7° être fait de mailles d'environ 150 millimètres x 150 millimètres ;

8° être installé de telle manière que, lors de son utilisation, la personne qui y chute ne pourra heurter un obstacle situé au-dessus ou en dessous du filet ou être heurtée par un quelconque objet.

1.3.6 Certifications

Pour s'assurer de la conformité à une norme, les ÉPI doivent être certifiés par un organisme accrédité et afficher le logo en faisant foi tel que CSA, UL ou CE (figure 1.1). Plusieurs de ces organismes offrent des listes de produits certifiés.

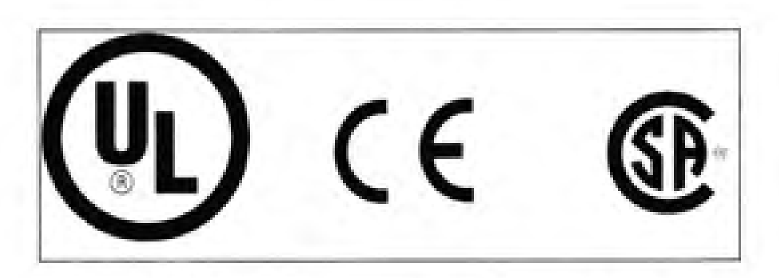


Figure 1.1 Logos de certification - UL, CE et CSA.
Tirée de Arteau (2008)

1.4 Nécessité du port

Pour jouer leur rôle de protection, les équipements de protection individuelle doivent être portés adéquatement. Toutefois, bien que les ÉPI existent depuis longtemps et que leur port soit légalement obligatoire, il subsiste une problématique importante. En effet, ils ne sont pas portés systématiquement et de manière constante. Bien que des mesures disciplinaires puissent être prises et que le travailleur puisse être poursuivi pour infraction à la loi en vertu de l'article 49 de la LSST, il convient de prendre en considération les raisons de ce non-port des ÉPI.

Dans le processus accidentel, tel que présenté à la figure 0.2 (p. 3), l'utilité du port de l'ÉPI n'est réelle que lors de l'accident même. Malheureusement, cet accident est imprévisible dans le temps; on ne peut connaître l'instant exact où il va survenir. Des individus peuvent alors se poser la question : pourquoi porter un équipement constamment pour un événement qui ne surviendra peut-être jamais, surtout si le port de ce dernier présente des inconvénients?

Pour ce qui est du processus chronique, toujours illustré à la figure 0.2 (p. 3), le travailleur est constamment en contact avec le phénomène dangereux qui peut mener au dommage. Si l'équipement n'est pas constamment porté, son efficacité en est grandement diminuée comme illustré par le Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail (tableau 1.5) pour le cas des protecteurs auriculaires.

Tableau 1.5 Efficacité en fonction d'un port interrompu
Tiré du Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail (6 octobre 1997)

Protection maximale obtenue du port interrompu d'un protecteur auriculaire	
Pourcentage d'utilisation	**Protection maximale**
50 %	3 dB
60 %	4 dB
70 %	5 dB
80 %	7 dB
90 %	10 dB
95 %	13 dB
99 %	20 dB
Utilisation continue	30 dB

Les raisons qui expliquent cette problématique de non-port systématique des ÉPI sont multiples. La section 2.2 se consacre à présenter certaines études qui tentent d'expliquer les facteurs influençant le port des équipements de protection individuelle et l'adoption des mesures de prévention SST en général.

1.5 Contexte d'utilisation des ÉPI

1.5.1 Milieu de travail

Pour définir un outil qui permette l'évaluation juste des équipements de protection individuelle utilisés en milieu de travail, un portrait doit d'abord être dressé. Ce portrait inclut les différents acteurs du milieu ainsi que l'environnement dans lequel ils évoluent et leurs objectifs, tant professionnels que personnels.

Avant même de penser à la santé et la sécurité au travail, on doit comprendre la raison d'être de l'entreprise. À la base, une entreprise offre des produits ou services dans le but d'être rentable et de générer des revenus supérieurs aux dépenses. À une exception près, celle des organismes à but non lucratif, où les profits monétaires ne sont pas recherchés à tout prix dans la limite du maintien d'un certain équilibre budgétaire. Pour y arriver, les entreprises ont des objectifs à rencontrer :

«Les produits et services sont utiles en autant qu'ils répondent à :

- la QUANTITÉ requise;
- la QUALITÉ espérée;
- les DÉLAIS promis;
- les LIEUX convenus;
- les COÛTS les plus justes.» (Stevenson, Benedetti et Bourenane, 2001)

1.5.2 PESTE – contexte décisionnel

L'acronyme PESTE, signifiant politique, économique, social, technologique et écologique, est largement utilisé en génie industriel pour décrire l'influence de l'environnement externe sur les décisions internes des entreprises (tableau 1.6) (Stevenson, Benedetti et Bourenane, 2001). Ces points de vue influencent également le choix des mesures de prévention et la sélection d'ÉPI; c'est ce même acronyme qui revient puisqu'il s'agit toujours d'une décision d'entreprise.

Le schéma de la figure 1.2 illustre le contexte et les acteurs pour une situation complexe. Dans certains cas, un individu peut avoir plusieurs responsabilités différentes.

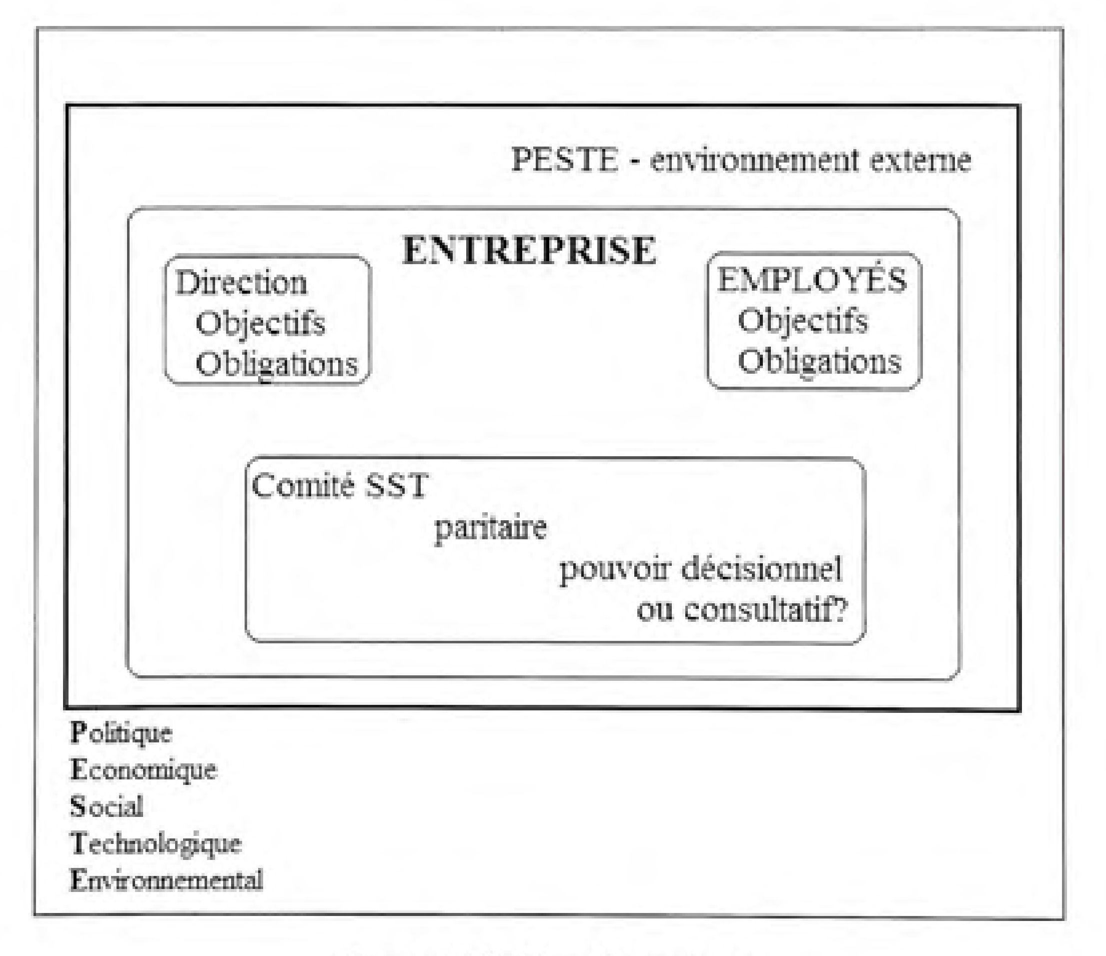


Figure 1.2 Schéma du contexte.

Tableau 1.6 PESTE

Politique	Application des lois et règlements (LSST, RSST) et des normes. Des politiques syndicales, internes ou de la maison-mère peuvent également être considérées (si plus strictes que la législation en vigueur).
Économique	Quels sont les coûts d'achat, d'entretien, de remplacement, de formation, etc.? Quelle est la prime à verser à la CSST, la situation économique globale de l'entreprise?
Social	L'image auprès des travailleurs actuels, des travailleurs potentiels, des clients, de la communauté. Du point de vue de la santé sécurité, l'entreprise veut-elle agir comme un leader en la matière, simplement suivre les règles ou éviter la mauvaise publicité?
Technologique	Qu'est-ce qui est disponible sur le marché pour sécuriser le milieu de travail? Au niveau des procédés de travail, existe-t-il quelque chose de plus sécuritaire? La technologie a toutefois amené de nouveaux problèmes en SST. La révolution industrielle – la division du travail, les tâches répétitives, les cadences élevées, etc. Plus récemment, avec la miniaturisation, les nanoparticules. Parmi les ÉPI, est-ce qu'il y a des percés technologiques?
Environnemental	Utilise-t-on des équipements jetables – à usage unique? Les tâches de travail impliquent quels types de matière, d'équipement, d'énergie (en quelle quantité), etc.

De plus, dans un même secteur d'activité, les différentes entreprises peuvent s'influencer mutuellement quant aux décisions relatives à la SST. C'est d'autant plus vrai dans le cas des mutuelles de prévention, ces regroupements d'entreprises qui bénéficient d'une tarification avantageuse de la part de la CSST conditionnellement aux performances en SST de l'ensemble du regroupement. Également, dans les secteurs où il y a des pénuries d'employés ou de la rareté de certaines spécialisations, donc possiblement des difficultés de recrutement ou de rétention du personnel, de saines conditions de travail, particulièrement en SST, peuvent faire une différence.

1.6 Prise de décision

Le génie industriel regorge d'outils d'aide à la décision afin d'optimiser la production. De tels outils ne sont pas nécessairement appliqués lors du choix des équipements de protection individuelle étant donné le caractère unique de la relation complexe entre l'équipement et l'individu. Un aperçu des intervenants impliqués, de leurs rôles, des lois et règlements en vigueur dans le processus et des sources d'information et d'aide à la décision est présenté dans cette section.

1.6.1 Décideurs

Tous les acteurs impliqués ont des décisions à prendre en regard des ÉPI. Au quotidien, la décision du port d'un ÉPI relève, tout d'abord, du travailleur. De par la législation en vigueur et les dispositions mises en place autour du travailleur, l'employeur a un rôle décisif à jouer. Qui sont les décideurs en regard des ÉPI, quels sont leurs rôles respectifs?

Comité SST

Ce comité, s'il existe et que l'entreprise fait partie d'un groupe prioritaire établi par la CSST, a un pouvoir décisionnel pour choisir les ÉPI, en vertu de l'article 78.4 de la LSST (ASP imprimerie, 2010). Paritaire selon la LSST au Québec, il inclut des représentants des deux partis, employeur et travailleur (syndicat s'il y a lieu). Il est à noter qu'«au moins la moitié des membres du comité représentent les travailleurs» en vertu de l'article 71 de la LSST (à jour au 14 mai 2009). Même si les articles 68 et 69 de la LSST statuent sur l'existence d'un tel comité, il est volontaire à moins que la CSST ne l'exige lorsqu'elle le juge opportun.

Entreprise - employeur

Le but premier d'une entreprise est d'offrir des produits et services tout en étant compétitif et rentable. De nombreuses préoccupations doivent être considérées pour y arriver dont :

- respect de la législation en vigueur;
- embauche et rétention d'employés fiables et compétents;
- production de produits ou offre de services;
- conservation d'une clientèle.

La figure 1.3 illustre les principales sources de pertes de temps pour les entreprises. Bien que de nombreux aspects soient une source de préoccupations pour les dirigeants, agir sur l'un d'entre eux peut permettre de solutionner des problèmes relatifs aux autres. Par exemple, régler un problème de pannes fréquentes (B.6, figure 1.3) réduit la probabilité d'occurrence d'un accident (C.3, figure 1.3) (Desjardins-David et Arteau, 2009; Giraud *et al.*, 2008).

Dans le contexte de mondialisation des marchés, la compétition et les exigences de la clientèle prennent une nouvelle ampleur. Plusieurs compagnies sont en mesure d'offrir les mêmes types de produits ou services, ce qui les oblige à se distinguer et à trouver l'avantage concurrentiel qui permet de se distinguer de la masse. De plus, avec l'ouverture des marchés, les exigences normatives ou légales peuvent varier d'un pays à l'autre; des regroupements, tels que l'Union européenne et ISO, se sont même créés à cet effet afin d'uniformiser ces exigences (ISO, 2009; Union européenne, 1989a).

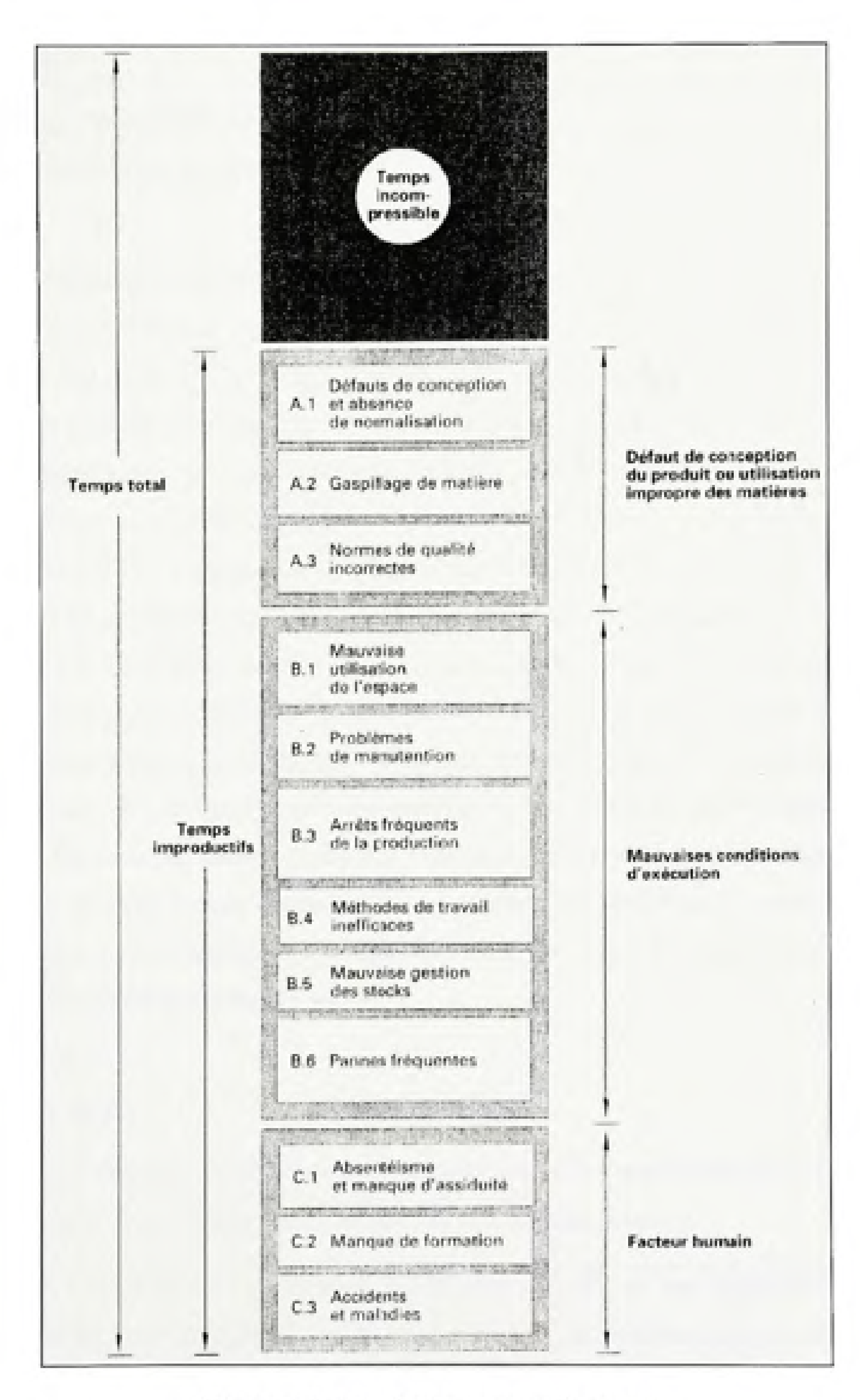


Figure 1.3 Principales causes de pertes.

Tirée du Bureau International du Travail (BIT) (1996, p.10)

Travailleurs

Un travailleur est un individu qui est embauché par une entreprise pour effectuer diverses tâches en échange d'un salaire.

Avec l'automatisation de plusieurs procédés industriels et tous les autres requis de production des entreprises, l'industrie exige des opérateurs de plus en plus qualifiés et polyvalents (Krawsky et Davillerd, 1997). Ce qui amplifie les conséquences sur la santé et la sécurité au travail de ces travailleurs puisque les travailleurs sont exposés à des risques plus nombreux et diversifiés. Également, certains facteurs de l'organisation du travail tels que la rémunération au rendement et la rotation des postes influencent la protection individuelle et peuvent conduire à réduire l'utilisation ou l'efficacité des ÉPI (Krawsky et Davillerd, 1997). La rémunération au rendement, qu'elle soit individuelle ou collective, entraîne une augmentation de la cadence de production; les ÉPI ont alors deux impacts. Premièrement, le fait de mettre ses ÉPI est alors perçu comme une tâche supplémentaire à effectuer. Deuxièmement, les ÉPI ralentissent cette cadence en diminuant la dextérité ou en augmentant l'effort requis. Quant à la rotation des postes, les risques peuvent varier d'un poste à l'autre, les ÉPI sont également nécessaires. Un exemple éloquent est celui d'une entreprise métallurgique où des opérateurs travaillent en alternance en pyrométallurgie, qui requiert des vêtements de nylon et des gants en cuirs, et en hydrométallurgie, qui requiert alors des bleus de travail et des gants de caoutchouc (Krawsky et Davillerd, 1997).

Inspecteur CSST

Les inspecteurs de la CSST ont comme mandat de veiller à l'application de la LSST et des règlements qui en découlent en vertu de l'article 177 de cette même loi :

> «**177.** Aux fins de l'application de la présente loi et des règlements, des inspecteurs sont nommés suivant la *Loi sur la fonction publique* (chapitre F-3.1.1) et ils sont des fonctionnaires de la Commission.»

(Gouvernement du Québec, à jour au 14 mai 2009)

Par le fait même, ils informent les milieux de travail des non conformités ou du non respect de la loi en effectuant des inspections sur les lieux de travail. De plus, certains inspecteurs collaborent à l'élaboration d'outils d'informations sur la SST en général et les ÉPI en plus d'effectuer des expertises sur «un produit, un procédé, un équipement, un matériel, un contaminant ou une matière dangereuse» (LSST, à jour au 14 mai 2009, a.65) en vue d'évaluer sa dangerosité pour les travailleurs.

1.6.2 Support

Pour aider les comités en santé et sécurité du travail à choisir les équipements de protection individuelle, il existe de nombreuses sources d'information. En voici quelques unes.

Conseillers des mutuelles de prévention

«Une mutuelle de prévention est un regroupement d'employeurs qui s'engage dans une démarche de prévention, de réadaptation et de retour en emploi des travailleurs victimes d'une lésion professionnelle. En se regroupant, les employeurs bénéficieront d'une tarification reflétant leurs efforts.» (Commission de la santé et de la sécurité du travail, 2009)

Sachant que 97,7% des employeurs québécois comptaient moins de 100 employés, ces proportions étant considérées stables pour l'ensemble de la période de 1984 à 1996 tel que le présente la figure 1.4 (Mélançon, 2000), les mutuelles de prévention leur permettent l'embauche de ressources spécialisées en SST; ce qui n'aurait souvent pas été possible autrement.

Comme la majorité des mutuelles de prévention regroupent des entreprises œuvrant dans le même secteur d'activités, leurs conseillers développent une expertise propre à ce secteur. Les outils qui sont mis sur pied sont parfois transférables d'une entreprise à l'autre. Ces conseillers peuvent entre autre informer sur les lois et règlements, offrir un soutien pour l'implantation d'un programme de gestion de la SST, renseigner sur des possibilités de prévention.

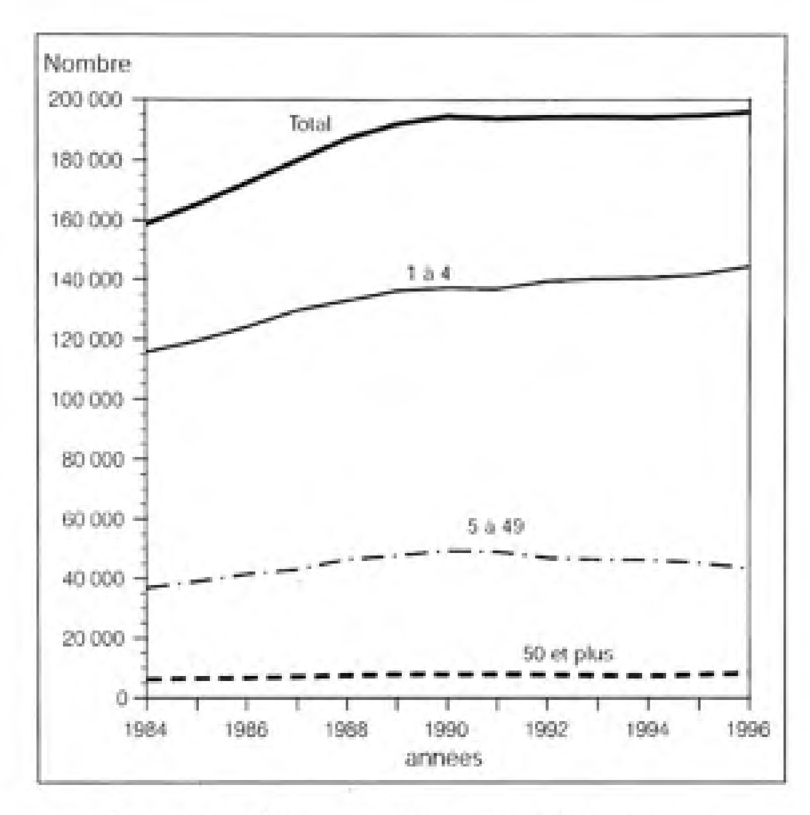


Figure 1.4 Évolution du nombre d'employeur selon le nombre d'employé.

Tirée de Mélançon (2000)

Associations sectorielles paritaires (ASP)

Au même titre que les conseillers des mutuelles de prévention, les ASP ont comme «fonction essentielle de fournir aux travailleurs et aux employeurs de leur secteur des services de formation, d'information, de recherche et de conseil en matière de santé et de sécurité du travail (SST). Plus précisément, elles offrent une aide technique et professionnelle pour permettre aux employeurs d'élaborer leur programme de prévention et mettre en place un comité de SST. Elles élaborent aussi des guides de prévention, des programmes de formation, font des recommandations relatives aux règlements et aux normes de santé et de sécurité du travail, donnent leur avis sur les compétences exigées des inspecteurs et adoptent des règlements de régie interne» (Legault Faucher, 2007). Il en existe actuellement onze au Québec réparties dans les secteurs présentés à l'annexe VII.

Fournisseurs

De par la loi, les fabricants et les fournisseurs d'ÉPI sont tenus de fournir des ÉPI conformes à la règlementation en vigueur. Les représentants ainsi que les fiches techniques qui accompagnent leurs produits sont également une source d'information.

> « Nul ne peut fabriquer, fournir, vendre, louer, distribuer ou installer un produit, un procédé, un équipement, un matériel, un contaminant ou une matière dangereuse à moins que ceux-ci ne soient sécuritaires et conformes aux normes prescrites par règlement.»

(LSST, à jour au 14 mai 2009, a.63)

Spécialistes

Que ce soit via des organismes reconnus tels que l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité du travail (IRSST), le centre patronal de santé et sécurité du travail du Québec ou des professionnels indépendants, de nombreuses professions s'intéressent aux questions relatives à la SST dont les ergonomes, les ingénieurs, les médecins et les hygiénistes du travail. Faire appel à l'un d'eux pour des mandats particuliers peut s'avérer un choix intéressant dans certaines situations complexes. À noter que certaines de ces professions sont régies par des ordres professionnels qui assurent la protection du public, d'autres se regroupent via des associations professionnelles.

CHAPITRE 2

ANALYSE DU CONTEXTE

2.1 Recherche de méthodes d'évaluation des ÉPI

Le but premier de ce mémoire est de proposer une méthode complète d'évaluation des équipements de protection individuelle. Le point de départ a donc été de faire la revue des méthodes déjà existantes pour les valider, les augmenter et les critiquer afin de les généraliser en une méthode d'évaluation des ÉPI. Toutefois, lors de la revue de littérature, très peu de documents traitant d'une démarche complète d'évaluation de l'ensemble des ÉPI qui permettent la sélection adéquate des équipements de protection individuelle ont été trouvés. Une démarche complète signifie que l'évaluation repose sur des critères de différentes expertises et propose des moyens de les vérifier, qualitativement ou quantitativement tout en tentant de déterminer le meilleur compromis possible entre ces critères. Les documents se rapprochant le plus de cet objectif proposent des approches par type d'équipements (Dolez *et al.*, 2010; Lara et Vennes, 2003), par secteur d'activités (Arteau et Giguère, 1991; Chester *et al.*, 1990) ou se limitent à exposer les critères sans moyen de les évaluer (Gros, 1989) ou de les départager (Krawsky et Davillerd, 1997). Ces documents seront présentés au chapitre 4.

La revue de littérature sur l'évaluation des ÉPI a été divisée en deux catégories : dans un premier temps, des études traitant du port et, implicitement, du non-port des ÉPI; dans un deuxième temps, des approches mono-disciplinaires caractérisées majoritairement par des aspects techniques ou des approches qui ciblent un secteur d'activités ou un type d'équipements précis. Ces dernières, bien que parfois multicritères, ne permettent pas de généralisation applicable à l'ensemble des ÉPI. Généralement, il y a très peu d'indication sur les moyens concrets de vérification des critères : la manière concrète de déterminer le rendement de l'ÉPI face aux critères proposés. L'analyse de l'environnement et des risques revête également une importance capitale dans la sélection des équipements de protection individuelle; on se doit de connaître les conditions d'utilisation et les risques pour savoir

comment s'en prémunir, ceci, toujours en ayant en tête que la prévention à la source reste la meilleure défense. La section 2.2 aborde les études sur le port des ÉPI; ce qui fait en sorte que les ÉPI sont portés ou rejetés. La section 2.3 introduit l'influence du contexte d'utilisation; soit certains aspects de l'environnement de travail, des réactions physiologiques humaines ainsi que l'évaluation des risques.

2.2 Études sur le port effectif des ÉPI

La section 2.2 élabore sur les facteurs qui influencent le port des ÉPI à partir de deux revues de la littérature publiées précédemment et mises à jour dans le cadre de ce travail. Tout d'abord, le livre *Le coffre à outils de la prévention des accidents en milieu de travail, 2e édition* (Pérusse, 1995) aborde plusieurs points intéressants relatifs aux équipements de protection. Le chapitre 13 présente une revue de littérature sommaire des facteurs qui influencent le port, ou le non-port, des équipements de protection individuelle. Bien que ce ne soit pas une méthode d'évaluation systématique et complète, ce chapitre couvre plusieurs aspects intéressants dont l'idée de départ est que «même le protecteur le plus perfectionné n'est efficace que s'il est convenablement porté» (Pérusse, 1995). Ensuite, l'INRS a commandé une étude sur le même sujet : *Condition d'acceptation des équipements de protection individuelle : Étude bibliographique et position du problème* (Krawsky et Davillerd, 1997) qui aborde deux niveaux de questions, soit les raisons qui expliquent la réticence au port des ÉPI et la sélection des protecteurs. La première partie de cette étude sera présentée à la section 2.2 tandis que la section concernant la sélection des protecteurs sera abordée au chapitre 4.

Bien que de nombreuses variables demeurent vagues, les différents facteurs influençant le port effectif des ÉPI sont globalement connus. Ils ont été regroupés en trois catégories présentées aux sections 2.2.1, 2.2.2 et 2.2.3.

2.2.1 Connaissance et ignorance

Avant même de penser au port d'un ÉPI, l'utilisateur doit avoir un minimum de connaissances pour en adopter possiblement l'usage. L'ignorance ou la méconnaissance des risques, de la réglementation en vigueur et des moyens de protection constituent parfois la raison du non-port des ÉPI (Pérusse, 1995).

Pour se protéger, les risques doivent être connus. Loin d'être banale, cette affirmation peut paraître évidente face aux dangers incontestables, mais prend tout son sens pour les risques diffus ou émergents. Le facteur de risque constitue une menace réelle pour la santé ou la sécurité du travailleur, mais le fait d'ignorer les conséquences minimise l'importance de se protéger. De plus, il y a une marge entre le danger réel et le niveau de danger perçu (Pérusse, 1995). En sachant le nombre de décibels auxquels ils sont exposés, des travailleurs auraient davantage tendance à porter leurs protecteurs auditifs (Tourigny, 1981). Certains mythes nuisent au port effectif tel que le mythe erroné qu'on finit par s'habituer ou celui de maîtrise de la situation (qui laisse le temps au travailleur d'éviter le danger sans blessure).

Bien que nul ne soit sensé ignorer la loi, il semble que la réglementation soit une source de confusion dans certains secteurs. En effet, certains utilisateurs se trouvent face aux réglementations par types de protection et celles par secteurs d'activités, ce qui entraîne une incertitude quant aux mesures à adopter (Krawsky et Davillerd, 1997). Au Québec, cette même incertitude peut être vécue du fait que les règlements ne sont pas toujours à jour et ne réfèrent pas à des normes récentes ou ne se réfèrent pas aux normes même lorsqu'elles existent. Un exemple qui démontre bien cette lacune : le règlement sur les travaux forestiers ne réfère nullement à la norme BNQ 1923-450 «Pantalons et jambières avec éléments de protection pour les utilisateurs de scie à chaîne» publiée le 7 décembre 1990 (Bureau de normalisation du Québec) ou à toute autre norme comme il est possible de le constater à l'article 60 du règlement sur les travaux forestiers (Arteau et Turcot, 1985; Gouvernement du Québec, à jour au 27 mai 2009c).

«**60. Protection des jambes:** Les genouillères portées pour les travaux d'abattage, de débardage et de tronçonnage avec une scie mécanique ou pour d'autres travaux qui nécessitent l'usage d'une scie mécanique doivent respecter les conditions suivantes: *a)* être de dimensions telles à protéger le genou et la jambe jusqu'à la hauteur des chaussures de sécurité; et *b)* être fait d'un matériau résistant aux entailles pendant un temps égal ou supérieur à 4 secondes lorsqu'une scie à chaîne électrique est utilisée pour couper à une vitesse de 14 180 dents/minute.» (Gouvernement du Québec, à jour au 27 mai 2009c)

Pour adopter un équipement de protection individuelle, il est souhaitable que l'opérateur en connaisse l'existence, la portée, les limites ainsi que la façon adéquate de le porter. Il est sûr que certains ÉPI ont une utilisation plus intuitive, une conception qui tient compte de l'ergonomie cognitive qui en facilite l'utilisation (voir chapitre 3), mais au-delà de cette facilité d'utilisation, une connaissance minimale du fonctionnement de l'ÉPI est requise. Une sélection appropriée en fonction des risques à couvrir et des conditions de travail est essentielle. De plus, il est suggéré de proposer aux travailleurs une période d'essai qui contribue à créer l'habitude du port en plus de permettre un certain choix quant au modèle et au type qui s'adapte le mieux au travail visé. Il est préférable de faire en sorte que l'ÉPI s'adapte aux tâches plutôt que ce soit le travailleur qui s'adapte à l'ÉPI, et ce, bien qu'une certaine adaptation soit requise. Un entretien et un remisage adéquats contribuent à améliorer de nombreux aspects reliés au port dont le confort de l'utilisateur et la durée de vie de l'ÉPI.

2.2.2 Influence et contexte organisationnel

Les travailleurs qui jugent que la responsabilité d'agir face à la SST en général et aux ÉPI revient aux employeurs, «auront peu tendance à porter leur équipement» (Pérusse, 1995). Toutefois, se limiter à insister uniquement sur la responsabilité individuelle du travailleur pour optimiser le port de l'ÉPI se soldera aussi probablement par un échec. En faisant référence à la démarche d'appréciation et de réduction du risque de la CSST et de l'IRSST –

dont le schéma est présenté à la figure 0.1 (page 2), il est toujours préférable d'intervenir à la source du problème, de tenter de retirer la source du danger. Dans ce cas, l'ÉPI peut être vu comme une précaution supplémentaire, temporaire ou de dernier recours. Puisque l'employeur a fait sa part pour un milieu sain, l'équipement représente une source complémentaire de protection; ce qui favorise son port. Bien qu'en vertu de l'article 51 de la LSST (Gouvernement du Québec, à jour au 14 mai 2009), il soit de la responsabilité de l'employeur de fournir les ÉPI et de s'assurer d'un port effectif, les employés qui se voient confier une part de responsabilité face à la SST sont plus collaboratifs.

Les collègues ont une influence certaine sur le port effectif des ÉPI, il s'agit de la pression sociale au sein d'un groupe. C'est cependant un couteau à deux tranchants; s'il y a une perception négative quant au port, il sera peu encourageant pour quiconque de porter ses ÉPI. Toutefois, si le port est la norme au sein d'un groupe, même le plus récalcitrant risque de s'y plier. Un bon exemple de ce phénomène a été celui du port du casque de protection dans le domaine de la construction : chaque corps de métier avait une couleur de casque bien distincte, ce qui leur permettait de s'identifier entre eux sur un même chantier en plus de se protéger et de rencontrer les exigences légales. L'utilisation d'un «leader» peut permettre de convaincre les travailleurs des bienfaits de certaines mesures de prévention (Pérusse, 1995).

Les contremaîtres, ou autres supérieurs immédiats, qui utilisent leur ÉPI encouragent leurs subalternes à les utiliser davantage s'ils les utilisent eux-mêmes. C'est la puissance de l'exemple. De plus, tous les individus exposés aux facteurs de risque doivent suivre les mêmes procédures, les mêmes mesures de prévention. Dans le cas où le port est régi par des règlements internes, les mêmes règlements doivent s'appliquer à tous (Pérusse, 1995).

De nombreuses méthodes peuvent être utilisées pour inciter les travailleurs à utiliser leurs ÉPI dont l'obligation, les sanctions disciplinaires, la concertation et les jeux de rôles. Ci-dessous un aperçu des avantages et inconvénients de quelques-unes d'entre elles :
La première est l'obligation de porter un protecteur. Cependant dans ce cas, les études se contredisent. Selon Pérusse (1995), une étude de Douchy et al. (1967) affirme que si le port

des chaussures de protection n'était pas obligatoire dans les mines, elles ne seraient pas portées. Par contre, Tourigny (1981) ne constate aucune influence de l'obligation sur le taux de port des protecteurs auditifs dans les industries du meuble. Il en est de même pour les travailleurs forestiers interrogés par Davillerd (2002a), la majorité d'entre eux portent leur ÉPI par conviction plus que par obligation.

De même, les sanctions disciplinaires n'ont aucune influence sur le taux de port si ce n'est que les travailleurs les portent davantage lorsqu'ils se sentent observés (Pérusse, 1995). De plus, des actes de sabotage sur les protecteurs ont même été constatés dans de telles situations (Pérusse, 1995).

Certaines études (Feeney, 1986; Pirani et Reynolds, 1976) prônent les jeux de rôles pour favoriser et maintenir un taux de port des ÉPI. Toutefois, cette technique comporte certaines réserves, en particulier le fait que la durée effective de l'intervention est d'environ quatre mois. On lui préfère les tables de concertation qui sont un processus en continu où l'ensemble des intervenants impliqués (opérateurs, préventionnistes, direction, etc.) sont consultés pour «une recherche commune sur l'opportunité de solutions de prévention» (Krawsky et Davillerd, 1997).

Le contexte organisationnel général de l'entreprise influence également le port effectif des ÉPI (Pérusse, 1995). Un mauvais climat de travail, dans lequel les relations entre la direction et les employés sont conflictuelles, peut mener les travailleurs à rejeter les mesures de prévention, incluant les ÉPI, les considérant comme une tactique pour compliquer leur travail. Il a été observé que certains employés ne portaient volontairement pas leurs ÉPI afin de provoquer leur supérieur (Iacono *et al.*, 1967). Pour contrer le phénomène, une surveillance serrée du port est tout de même à éviter. Bien que le taux de port puisse augmenter, le climat de travail se détériore. Mieux vaut consulter et impliquer les travailleurs en matière de mesures de sécurité les concernant. En impliquant les travailleurs dans le processus de sélection des mesures de sécurité, on évite leur hostilité envers les mesures de prévention imposées.

2.2.3 Autres aspects

Les ÉPI peuvent interférer avec divers éléments : avec les outils, avec la tâche de travail, etc. (ISO, 2009; Union européenne, 1989b). Un exemple d'interférence avec la tâche de travail pourrait être la perte d'information sensorielle, ici auditive, vécue par les machinistes procédant à des réglages sur leur machine (Brion, 1992). Ils peuvent aussi interférer entre eux, un exemple d'interférence inter-ÉPI concerne les lunettes de protection qui s'embuent en présence d'un masque de protection respiratoire. Il est également important de considérer l'interférence éventuelle d'un ÉPI avec la dynamique des activités requises par les exigences de production (Garin J., 1993). Ce point sera développé à la section 2.3.

Par ailleurs, les ÉPI peuvent engendrer une certaine gêne par exemple dans le mouvement. Ces interférences, de quelque nature que ce soit, crée un inconfort chez l'utilisateur. Cette notion de confort (définie et détaillée au chapitre 3) englobe de nombreux aspects. Une explication qui se réfère à la biologie permet de mieux saisir les raisons de cette gêne avec les ÉPI qui n'est généralement pas vécue avec les vêtements. En effet, le corps possède différents types de récepteurs neurophysiologiques (Monod et Kapitaniak, 2003) :

- les récepteurs phasiques, qui correspondent à une sensation instantanée, donc une accoutumance rapide;
- les récepteurs toniques, qui génèrent une réaction permanente, donc une difficulté d'adaptation qui se convertit en fatigue.

En parallèle, des réactions psycho-physiologiques d'adaptation aux contraintes se produisent, elles réagissent beaucoup plus fortement pour les zones du corps normalement dégagées telles que le visage. Ce qui explique pourquoi le port de vêtement régulier crée généralement moins de gêne qu'un masque qui couvre une partie du visage.

Dans les cas d'ÉPI ajustable; un désajustement renforce ces réactions. Toujours en abordant le confort, un autre aspect important relève davantage de la propreté et des odeurs potentielles qui peuvent résulter d'un entretien ou d'un entreposage inadéquats.

L'apparence de l'ÉPI, leur côté esthétique, est un aspect à prendre en considération. Bien que la couleur et le style peuvent être une préoccupation des concepteurs; les utilisateurs se soucient davantage de leur image avec l'ÉPI (Krawsky et Davillerd, 1997). Une anecdote : celle d'un travailleur chinois qui s'étant vu avec son appareil de protection respiratoire, a été outré puisqu'il trouvait qu'il ressemblait à un Japonais pendant la guerre (Krawsky et Davillerd, 1997), illustre bien ce point. Les similitudes avec les accessoires modes tels que les lunettes ou les chaussures favorisent un port régulier des équipements de protection individuelle.

L'accessibilité des ÉPI affecte également leur port. En effet, selon les modalités de distribution des ÉPI, il peut être ardu pour un travailleur d'obtenir les ÉPI dont il a besoin; c'est d'autant plus vrai pour les travailleurs isolés ou sur la route. Au Québec, les coûts affectent peu la décision de l'employé de porter ces ÉPI étant donnée l'obligation légale des employeurs de fournir gratuitement les ÉPI à leurs employés. Toutefois, pour les chaussures de sécurité, un montant limite est parfois imposé par l'entreprise, ce qui peut restreindre le choix de certains individus.

Les facteurs inhérents aux individus tels que le niveau de scolarité, l'état civil, les accidents antérieurs, l'âge, l'ancienneté, etc. n'ont mené à aucun consensus ou ont une influence négligeable (Pérusse, 1995).

2.3 Influence et évaluation du milieu de travail

Connaître les conditions de travail et les requis de production exigés est essentiel pour effectuer une sélection appropriée des ÉPI. L'étude du travail permet d'évaluer cette charge de travail. D'autres indicateurs, relatifs à l'être humain et à l'environnement ambiant, complètent les informations pertinentes à la sélection des équipements de protection individuelles (NF EN 13921, 2007).

Au-delà de ces aspects qui influencent le port des ÉPI, pour être en mesure de les choisir adéquatement : l'environnement de travail et les risques inhérents doivent d'abord être identifiés.

2.3.1 Évaluation de l'environnement et de son effet sur l'individu

L'aspect administratif et de gestion se mêle parmi divers aspects dans certaines études traitant du port des ÉPI citées à la section 2.2. Dans celles-ci, ce n'est plus l'équipement en soi qui est remis en question, mais l'environnement et les conditions favorables au port en plus des questions de comportement humain face au changement, à la perception de l'autorité et de la hiérarchie. Ces aspects, bien qu'importants pour comprendre l'implantation adéquate de principes de prévention de la santé et de la sécurité au travail, n'ont plus de lien avec l'équipement en soi, mais avec l'organisation de l'entreprise en la matière. Pour évaluer adéquatement les ÉPI, les aspects relevant de l'administration et de la gestion de la SST doivent être identifiés. En effet, ces aspects, qui relèvent de l'administration de la SST davantage que de l'ÉPI en soi, influencent la perception et l'évaluation de l'ensemble des ÉPI, ce qui mène à fausser la perception du milieu face aux ÉPI. Parmi ces éléments il y a :

- La facilité à se procurer les ÉPI (leur disponibilité et leur accessibilité);
- Les connaissances de l'utilisateur pour reconnaître les risques et savoir comment s'en protéger, quel équipement opter en fonction de ces risques. À ne pas confondre avec la facilité d'utilisation des dispositifs de protection individuelle – ergonomie cognitive, convivialité.

La figure 2.1 présente les deux types de contraintes à considérer lors de l'analyse du travail. Les contraintes secondaires varient d'un individu à l'autre puisqu'elles dépendent de ses activités personnelles. En entreprise, on ne peut agir que sur les contraintes primaires, à quelques rares exceptions près. Les astreintes sont les réactions des individus face aux contraintes (Arteau et Nadeau, 2008).

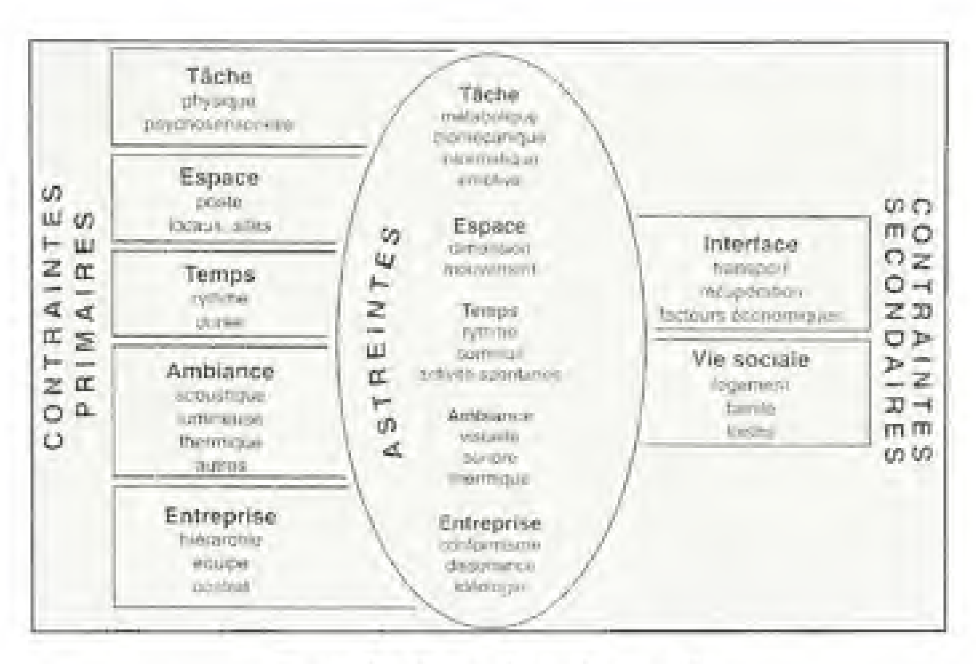


Figure 2.1 Contraintes de travail.
Tirée de Monod et Kapitaniak (2003, p. 41)

L'humain et son métabolisme peuvent être comparés à une machine ayant des intrants (de la matière première), une opération (activités, fonctions vitales) et des extrants (déchets), tel qu'illustré à la figure 2.2. Le simple fait de respirer occasionne une dépense énergétique. L'annexe VIII associe d'ailleurs le niveau métabolique au type d'activité effectué. La dépense énergétique excédentaire est fonction du niveau d'activité effectué par un individu. Plus le niveau d'activité est élevé, plus les besoins énergétiques le sont. Ce qui induit une demande accrue de nutriments (nourriture) et d'oxygène (respiration), et par conséquent, de déchets. Le système circulatoire est le réseau de transport du corps; il permet de relayer les nutriments et l'oxygène à l'ensemble du corps et d'évacuer les déchets; la fréquence cardiaque s'ajuste en conséquence. Le cœur peut être comparé à une pompe, les vaisseaux sanguins aux autoroutes et le sang aux véhicules de transport. Toutes les activités, considérées comme des dépenses énergétiques, sont généralement accompagnées d'un dégagement de chaleur. Afin de survivre, l'humain doit maintenir une température corporelle constante, il a donc développé des mécanismes de thermorégulation. Ces mécanismes peuvent être affectés par l'utilisation de certains ÉPI. De plus, de par leur poids et les

contraintes de mouvements qu'ils induisent, les ÉPI contribuent à l'augmentation de la dépense énergétique.

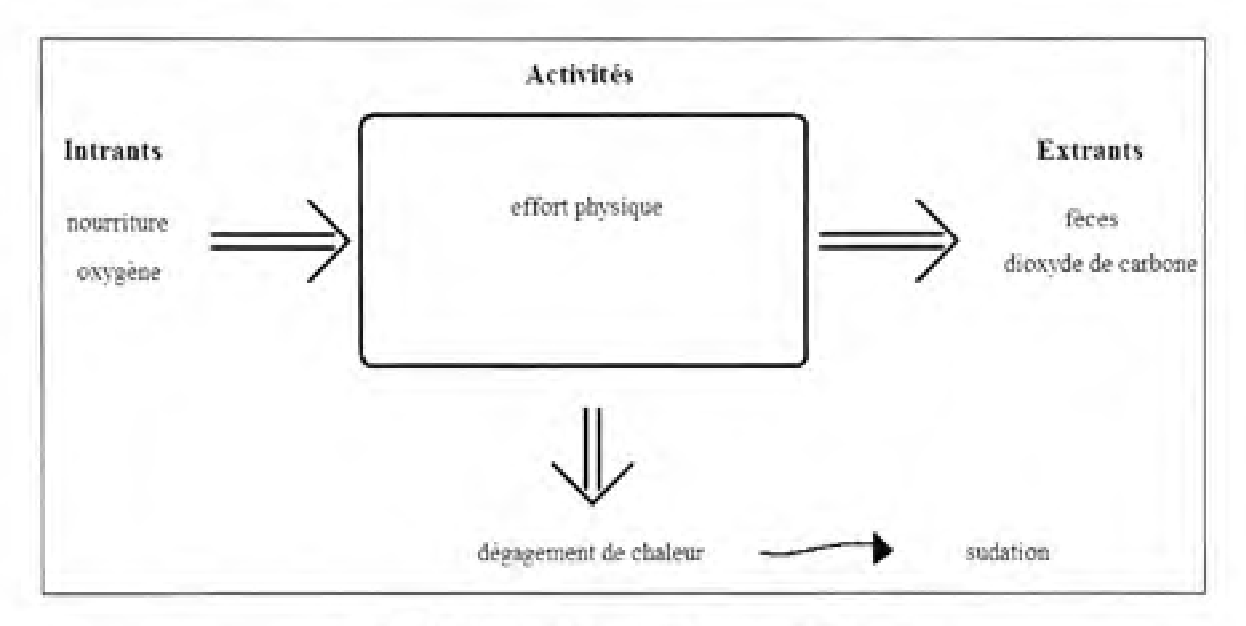


Figure 2.2 Schéma simplifié du métabolisme.

La dépense énergétique permet de déterminer la pénibilité d'une tâche quelconque, elle se mesure en $kJ{\cdot}min^{-1}$. Différents paramètres doivent être considérés : tâche occasionnelle ou répétitive, effort régulier avec des pointes, etc. Plus la dépense énergétique est grande, plus rapidement les premiers signes de fatigue surviennent, ce qui est relatif aux paramètres individuels de chacun tels que l'âge et la condition physique générale. Pour évaluer la dépense énergétique d'un individu au travail en fonction des efforts physiques requis et de l'intensité du travail, différentes méthodes sont disponibles dont celle de la dépense énergétique et celle du coût cardiaque. La norme ISO 8996 «Détermination de la production de chaleur métabolique» a établi une charte du niveau de dépenses en fonction du type d'activité, très utile pour un poste en conception. Il est de pratique courante de présumer la transformation en chaleur de toute la dépense énergétique puisque le travail externe efficace atteint au plus 22 % pour les cyclistes de haut niveau (Association québécoise pour l'hygiène, 2004). Sachant que la chaleur altère les facultés intellectuelles, elle contribue à l'augmentation du nombre d'accident et modifie la préhension due à la transpiration

(Association québécoise pour l'hygiène, 2004); il est donc important de s'en soucier. D'autant plus que le port d'ÉPI contribue à augmenter la dépense énergétique (par son poids ou l'effort accru demandé pour effectuer une même tâche avec l'ÉPI par rapport à sans l'ÉPI) ou réduit l'efficacité des mécanismes de thermorégulation (sudation). Cette sudation non évaporée maintient la chaleur à proximité du corps en plus de créer un inconfort, une perte de dextérité et possiblement des odeurs désagréables.

La dépense énergétique se calcule à partir «des volumes d'oxygène consommé et d'anhydride carbonique rejeté» (Monod et Kapitaniak, 2003). Chaque litre d'oxygène consommé équivaut à 20 kJ. Des appareils portables permettent de mesurer les volumes gazeux ainsi que leur composition directement dans les milieux de travail. La méthode exige un temps d'observation de plusieurs minutes. À l'annexe VIII, le tableau A8.3 rapporte les volumes d'oxygène consommés en fonction du genre, de l'âge et du niveau d'activité.

Le coût cardiaque est l'analogie du coût énergétique puisque la consommation d'oxygène est directement proportionnelle à la fréquence cardiaque. La fréquence cardiaque d'un individu est enregistrée au travail et au repos, la différence de ces deux valeurs donne le coût cardiaque en battements par minute. Le coût cardiaque a été défini comme étant «la somme des pulsations au-dessus du niveau de repos» (Monod et Kapitaniak, 2003). Cette méthode comporte quelques limites dont la pression artérielle qui est négligée. De plus, le fait que la fréquence cardiaque soit affectée par de nombreux éléments tels que le bruit et le stress peut fausser les résultats.

Le port des ÉPI contribue à augmenter le métabolisme en ajoutant du poids et en limitant les mouvements de l'utilisateur (Akbar-Khanzadeh, Bisesi et Rivas, 1995; Monod et Kapitaniak, 2003). De plus, du fait que le port d'équipement peut contribuer à augmenter l'effort physique requis pour effectuer un même mouvement, un ÉPI inadéquat ou mal ajusté peut être un facteur aggravant susceptible d'engendrer des troubles musculo-squelettiques (TMS) (Akbar-Khanzadeh, Bisesi et Rivas, 1995; Monod et Kapitaniak, 2003).

La température et l'humidité ambiante influencent les échanges thermiques entre le corps humain et son environnement ainsi que le métabolisme. Plus le métabolisme est élevé, plus le corps produit de chaleur. Les mécanismes de thermorégulation dont l'évaporation sous forme de transpiration tentent de dissiper cette chaleur (figure 2.3). Un vêtement de protection qui limite ces mécanismes avec une activité de travail énergétiquement exigeante cause une accumulation d'humidité qui résulte entre autre en un inconfort, des odeurs désagréables et une perte de dextérité (Krawsky et Davillerd, 1997). De plus, pour un travail à l'extérieur, l'ensoleillement, les précipitations, le vent et les différentes conditions atmosphériques sont à prendre en considération lors de la sélection des équipements de protection individuelle.

Les ambiances de travail froides causent habituellement moins de problème pour le port des ÉPI, ce sont davantage les endroits où la température est élevée qui suscite des plaintes de la part des travailleurs (Krawsky et Davillerd, 1997; Monod et Kapitaniak, 2003). Par exemple, les vêtements individuels de protection (VIP) et l'appareil de respiration autonome (ARA) portés par les pompiers constituent une bonne partie de la charge physique en plus des astreintes physiques et physiologiques importantes sur les lieux d'un incendie. «Les adaptations cardiovasculaires causées par le port d'un VIP pourraient même influencer la capacité physique des pompiers et nuire lors d'une intervention où ils ont à sauver des vies» (Marchand, Tremblay et Tellier, 2007). Le froid engendre tout de même d'importantes contraintes dans les milieux de travail (Association québécoise pour l'hygiène, 2004; Tanaka *et al.*, 1983). On y note une diminution des performances manuelles due à la diminution de la dextérité et de l'augmentation des temps de réaction pour des températures ambiantes inférieures à 18°C. Comme certains ÉPI tels que les gants entravent la dextérité, la conjoncture froid - gants peut amplifier l'interférence entre le port du gant et les tâches de travail à réaliser et possiblement entrainer le rejet de l'ÉPI.

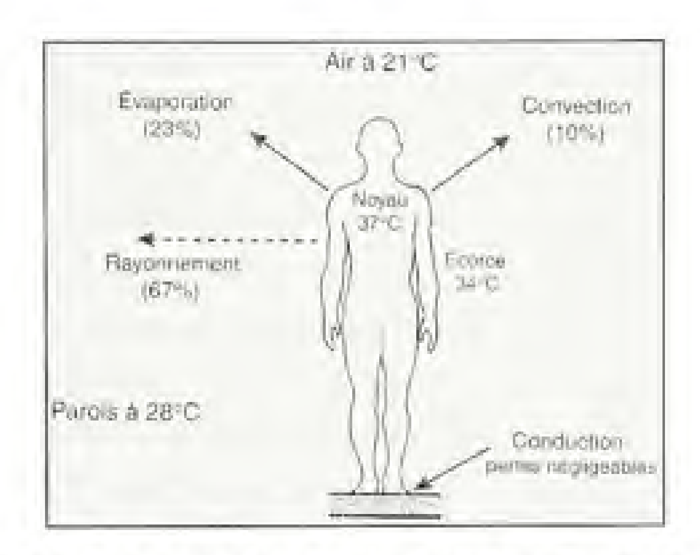


Figure 2.3 Échanges de chaleur entre le corps humain et l'environnement ambiant.
Tirée de Monod et Kapitaniak (2003, p. 222)

2.3.2 Évaluation des risques

L'évaluation et l'estimation des risques est l'étape qui doit absolument précéder la sélection des mesures de prévention. Comme première étape, une évaluation complète des différents risques inhérents au travail doit être réalisée. Les grilles d'analyse et d'évaluation des risques telles que celle proposée par l'IRSST et la CSST ou celle de la CRAMIF, illustrée à la figure 2.4, sont utilisées pour répertorier, analyser et évaluer l'ensemble des risques. Plusieurs dizaines de ces grilles existent et fournissent une synthèse de l'ensemble des informations utiles à propos des risques SST. Leur principe est similaire et la majorité se base sur la norme internationale ISO 12100-1. Par contre, l'estimation du risque diffère parfois de l'une à l'autre; le moyen de pondérer l'importance du risque (Paques *et al.*, 2006).

La grille proposée par la CRAMIF, tout comme celle de la CSST/IRSST, comporte deux sections interdépendantes: les risques et les solutions. La section sur les risques débute par un recensement de l'ensemble des opérations requises pour effectuer une tâche donnée, déterminées lors de l'évaluation du travail. Chaque opération peut comporter un ou des phénomènes dangereux. Pour le mode accidentel, chaque fois que l'opérateur est en contact avec un de ces phénomènes, une situation dangereuse se présente : le dommage survient lors

d'un événement dangereux, c'est l'élément déclencheur. Plus d'un événement dangereux est possible pour chaque situation dangereuse et plus d'une situation est possible pour chaque phénomène. L'accident se définit comme étant une libération soudaine et non prévue d'énergie (Nadeau *et al.*, 2002). La lésion accidentelle pourrait alors être définie comme étant le transfert de cette énergie à un individu. Dans le cas du processus chronique, telle que l'exposition au bruit, le phénomène dangereux cause des dommages à plus ou moins long échéance. La situation dangereuse est remplacée par l'exposition de l'opérateur au phénomène dangereux. Il n'y a plus d'événement dangereux en soi, c'est l'exposition au phénomène dangereux, durée et intensité, qui engendre les dommages potentiels. Ces risques sont ensuite qualifiés et quantifiés en définissant leur probabilité d'occurrence et leur gravité en fonction des normes en vigueur et de l'état des connaissances. Une fois l'ensemble des risques identifiés, la première section de la grille est complétée. La deuxième section de la grille peut alors être complétée en élaborant les différentes solutions potentielles. Il est préférable d'opter d'abord pour des mesures de prévention intrinsèque, qui éliminent les risques à la source. Il est possible de passer ensuite à l'échelon suivant jusqu'à la formation et l'information à propos des risques tel qu'illustré à la figure 0.1 (page 2). Face à chaque dommage ou événement, des solutions sont proposées pour contrer ces risques. Pour chaque solution, on identifie à quel niveau celle-ci agit sur le risque : phénomène dangereux, situation dangereuse, événement dangereux ou dommage. À ce stade, il est également intéressant de voir les combinaisons de solutions possibles afin d'obtenir un résultat acceptable. Le risque résiduel est alors à nouveau qualifié et quantifié. À noter qu'il s'agit d'un processus itératif, la grille doit être réévaluée périodiquement pour s'assurer que de nouveaux risques ne se sont pas développés et, également, pour bénéficier des avancées technologiques en matière de prévention (de nouvelles pistes de solution) (CRAMIF, 2004; Desjardins-David et Arteau, 2009).

Grille CRAMIF

Installation : créé le
Fournisseur : révisé le
Local : par
Système :

TÂCHE N°							EVM : en service	Fréquence : Permanent		
OPÉRATION		COMPOSANTES du RISQUE					MESURES DE PRÉVENTION			
N°	Identification	Phénomène dangereux ou danger	Situation dangereuse	Événement dangereux *dommage possible*	P	G	Sur quelle composante agir?	Moyens	P	G
					initial				résiduel	

EVM = Étape Vie de la Machine	Fréquence de la tâche	P = Probabilité d'occurrence du dommage	G = Gravité maximale du dommage possible	**Moyens**
Installation En service Réglage Maintenance Nettoyage	Permanente Quotidienne Hebdomadaire Mensuelle Semestrielle Annuelle	A : improbable B : rare C : occasionnel D : élevé	1 : négligeable 2 : faible 3 : grave 4 : mortel	**En gras : dispositions prises conception ou solution de «matériel»** *En italiques : modes opératoires*

Figure 2.4 Grille d'analyse et d'estimation du risque.

Inspirée du DTE-167 (CRAMIF, 2004)

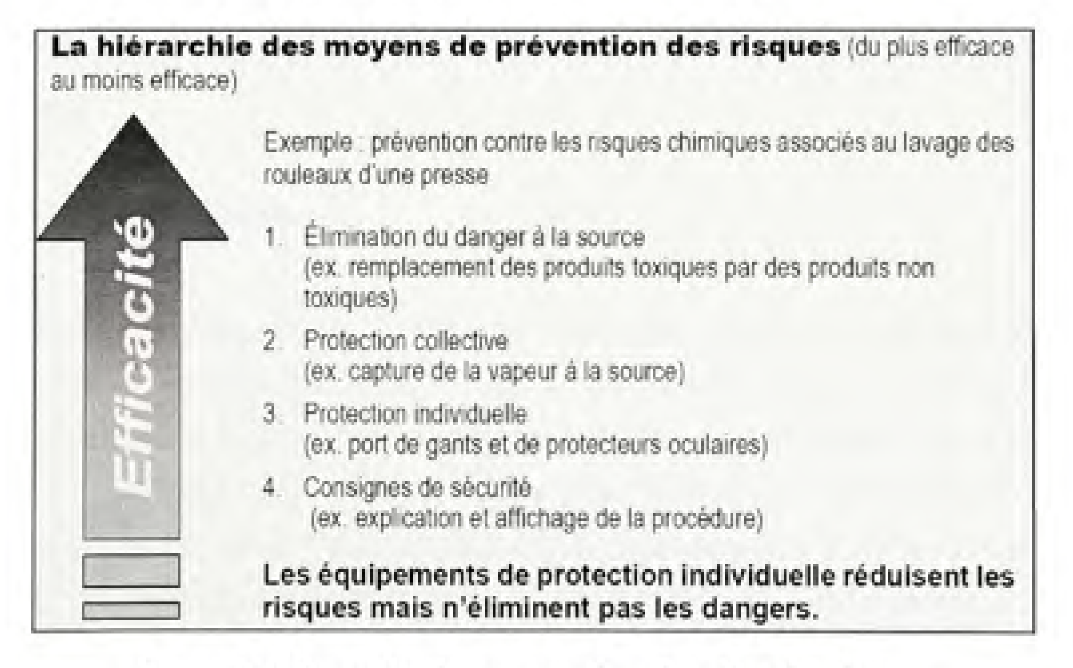


Figure 2.5 Hiérarchie des moyens de prévention des risques.

Tirée de *Équipements de protection individuelle* (ASP imprimerie, 2009)

CHAPITRE 3

CRITÈRES D'ÉVALUATION

Les critères d'évaluation des équipements de protection individuelle ont été regroupés en quatre groupes : la protection (3.2), l'approvisionnement (3.3), le confort physique (3.4) et le confort psychosocial (3.5). Chacun de ces concepts et leur impact sur les ÉPI est d'abord défini, pour ensuite détailler les moyens de les évaluer. L'identification des risques, des particularités de l'environnement ainsi que des enjeux de production constituent les préalables à la sélection des ÉPI adéquats lorsque les autres moyens de protection ou d'élimination n'ont pas suffi. Comment, à partir des informations préalables, déterminer quels seront les ÉPI à proposer aux utilisateurs? Il existe des guides de sélection, des catalogues de fournisseurs et des normes qui permettent une première sélection basée principalement sur l'efficacité. Les critères qui ne sont pas nécessairement indiqués dans ces sources d'information restent souvent à valider. L'ensemble des méthodes d'évaluation existantes sont spécifiques à un ÉPI ou à un secteur d'activités précis. Bien que les critères soient sensiblement les mêmes d'un équipement à l'autre, la manière de les évaluer diffère grandement.

3.1 Méthodes d'évaluation

« Les évaluations ergonomiques des ÉPI doivent généralement être effectuées pendant qu'ils sont portés par des personnes. Dans la mesure du possible, il convient que les évaluations soient objectives, bien que certains aspects puissent être évalués de manière subjective.» (NF EN 13921, 2007). Même au-delà des aspects ergonomiques, les évaluations objectives sont préférables aux évaluations subjectives puisqu'elles démontrent que l'évaluation repose sur des faits et non seulement sur des impressions ou des préférences. Les évaluations objectives peuvent permettre d'établir des corrélations entre les perceptions (opinions) et la prise de mesures (objective) tel que Beauchamp et al. (1997b) l'a fait pour démontrer «la relation entre la perception de la dureté par le monteur de lignes et la mesure de l'impact avec un

accéléromètre (qui) a un coefficient de corrélation de 95 %». Ce haut taux de corrélation prouve, pour ce cas particulier ainsi qu'un autre cas relatif à l'angle du pistolet de soudage (Beauchamp *et al.*, 1997a), la fiabilité des perceptions des travailleurs face à la pénibilité d'une tâche. Malgré le fait que les évaluations objectives soient prônées dans la norme française EN 13921, il n'en demeure pas moins que les évaluations subjectives restent essentielles pour impliquer les utilisateurs dans le processus de sélection des ÉPI.

Pour évaluer les critères, des normes, des méthodes expérimentales présentées dans la littérature, des catalogues de fournisseurs, des guides de sélection et des méthodes développées en fonction du type d'équipement proposent des évaluations partielles des ÉPI. Ces approches sont souvent fonction d'un nombre limité de critères d'évaluation. Les alternatives d'évaluation, ou pistes d'évaluation, présentées aux sections 3.2 à 3.5 le sont en fonction du type de critère évalué. Certains essais couvrent l'évaluation de plus d'un critère ou n'en couvre qu'une partie.

3.1.1 Méthodes objectives

Les méthodes objectives se basent sur des faits indéniables, souvent associés à la prise de mesures tels que les électromyogrammes, la résistance mécanique, la perméation, le volume de CO_2, le poids, le pourcentage d'humidité, la résistance chimique, les dimensions, etc. Par exemple, le chronométrage ou la mesure de la précision des tâches permettent de quantifier certains aspects des tâches à effectuer.

Pour la prise des mesures, certaines normes encadrent le processus. C'est le cas des normes EN ISO 9886 et EN ISO 8996 dont :

- la température de la peau (EN ISO 9886);
- la fréquence cardiaque (EN ISO 9886);
- le métabolisme par la consommation d'O_2 (EN ISO 8996);
- le débit sudoral corporel (EN ISO 9886).

Par exemple, la CAN/CSA Z94.1-92 *Casques de sécurité pour l'industrie* stipule la marche à suivre pour vérifier divers aspects d'efficacité et de fiabilité des casques dont :

- la rigidité diélectrique;
- le vieillissement;
- l'amortissement des chocs;
- la stabilité;
- la résistance à la pénétration d'objets.

3.1.2 Méthodes subjectives

À défaut de pouvoir démontrer des éléments par des faits, il est possible d'avoir recours aux opinions ou perceptions. Cette méthode est essentielle en SST étant donnée la complexité des relations entre l'homme et son milieu de travail. Les méthodes d'évaluation subjectives passent par des sondages, des questionnaires, des entrevues et d'autres méthodes similaires. Différents outils d'évaluation subjective permettant une certaine objectivité seront présentés à la section 3.4.3.

Certaines normes ont fixé la marche à suivre pour ce type d'évaluation comme la norme EN ISO 10551 qui prend en considération le confort thermique (global ou local) et les sensations.

3.1.3 Complément

Les enregistrements vidéo peuvent fournir des indications complémentaires intéressantes telles que des analyses biomécaniques ou l'analyse d'un accident.

De plus, il est possible d'établir des corrélations entre les données subjectives et objectives pour démontrer qu'il ne s'agit pas de caprices mais bien de faits réels. Lorsque c'est possible, il est toujours préférable d'opter pour une donnée quantitative plutôt que qualitative (NF EN 13921, 2007).

3.2 Premier groupe : la protection

La fonction première des ÉPI est d'assurer une protection contre un ou plusieurs risques identifiés. Deux aspects sont à considérer au niveau de la protection : l'efficacité et la fiabilité.

3.2.1 Efficacité

La Directive Européenne 89/686/CEE amorce l'annexe II en indiquant que «les EPI doivent assurer une protection adéquate contre les risques encourus» comme «exigence de portée générale applicable à tous les ÉPI». Une protection adéquate réfère à l'efficacité de l'ÉPI qui peut être définie comme étant «la réalisation des fonctions (de protection) sans nuire à l'intégrité physique, à la santé ou à la sécurité de l'utilisateur» (Arteau et Giguère, 1993). L'efficacité est la raison d'être première d'un ÉPI et la majorité de la littérature traitant de la protection individuelle se consacre à l'évaluation de «la réalisation des fonctions» de protection ou de la capacité et des limites de la protection effective.

Bien que ce soit l'élément le plus étudié sur les ÉPI, il subsiste de nombreuses interrogations quant à la protection qu'ils offrent réellement. De nombreuses normes fournissent la procédure à suivre pour évaluer l'efficacité d'un protecteur. Ces normes ont été élaborées par les différents comités techniques au Canada (CSA, ULC, BNQ, ONGC) en Europe (CEN) et aux États-Unis (ANSI, ASTM, NFPA, UL, etc.). Les normes proposent habituellement des méthodes d'évaluation par catégorie d'ÉPI. Parmi les normes CSA indiquant la marche à suivre pour évaluer l'efficacité, il y a, entre autres, la Z259.10-6 *Harnais de sécurité* et la Z94.2-02 *Protecteurs auditifs*. L'ajustement, la durabilité et la fiabilité peuvent également être vérifiées via ces normes. Toutefois, il subsiste des doutes importants quant à la validité de la capacité d'évaluation de l'efficacité des équipements de protection auditive (Voix et Laville, 2005). De plus, les essais proposés dans ces normes ne reflètent pas nécessairement la réalité du milieu. Par exemple, pour la résistance à la perforation des gants, la sonde utilisée a un diamètre largement supérieur aux aiguilles hypodermiques que peuvent rencontrer les policiers lors de fouilles corporelles.

Une difficulté supplémentaire est de déterminer quelle méthode d'essai évalue correctement l'efficacité. Certaines normes proposent des méthodes qui diffèrent pour l'évaluation d'une même caractéristique. Par exemple, pour évaluer la résistance à la coupure des vêtements de protection contre les scies à chaîne, les normes ISO et ASTM proposent des méthodes sensiblement différentes. La norme ISO 11393-1 :1998 (International Organization for Standardization, 1998) teste le matériel de protection à l'aide d'un volant d'inertie qui entraine la chaîne jusqu'à ce que la totalité de l'énergie cinétique soit dissipée par le textile protecteur (arrêt complet de la chaîne). Tandis que la norme ASTM F1414-04 (ASTM International, 2004) utilise une scie à chaîne à essence (un modèle spécifique opéré selon des paramètres donnés) et l'essai se termine soit par la coupure complète de l'éprouvette avec ou sans arrêt de la chaîne ou aucune coupure avec ou sans arrêt de la chaîne; la vitesse de la chaîne avant le contact est notée pour fin de calculs. Parfois, les distinctions sont mineures. Par exemple, pour évaluer la résistance à la coupure des gants de protection, les normes NF EN ISO 13997 :1999 (Association Française de Normalisation, 1999) et ASTM F1790-05 (ASTM International, 2005) proposent de l'évaluer à l'aide d'une lame tranchante déplacée avec une force constante sur une distance de 20 mm qui exige préalablement 15 coupes de longueur variable générées par des forces variables (exigences quelques peu différentes entre les deux normes quant à la répartition des longueurs de coupe). À noter que les résultats types de ces deux normes diffèrent quelque peu. Toutefois, la norme NF EN 388 :2003 (Association Française de Normalisation, 2004) propose une autre méthode de test puisque les éprouvettes sont coupées avec un appareil à lame circulaire effectuant un mouvement alternatif sous une charge donnée. On observe donc que ces deux normes, NF EN ISO 13997 : 1999 et NF EN 388 : 2003, maintiennent deux méthodes différentes pour tester une même caractéristique ce qui peut créer une ambigüité certaine. Ces deux méthodes ont déjà faits l'objet d'une comparaison avant d'obtenir le statut de norme (Lara *et al.*, 1996). Le classement des 18 gants testés reste le même d'une méthode à l'autre. Les auteurs concluent sur la différence de sensibilité notée entre les deux appareils de test. À noter que les résultats des essais réalisés en fonction de différentes normes ne peuvent pas être comparés entre eux.

3.2.2 Fiabilité

«La fiabilité est atteinte lorsque l'ÉPI exerce ses fonctions correctement quelques soient les conditions de travail, les conditions environnementales, l'usure ou les facteurs humains» (Arteau et Giguère, 1993). Il s'agit de la capacité d'un ÉPI à protéger malgré les aléas du travail, des conditions environnementales, de l'usure et des facteurs humains (Union européenne, 1989a). Un ÉPI évolue au fil du temps et des utilisations, la fiabilité d'un ÉPI est l'assurance qu'il sera toujours en mesure de remplir ses fonctions de protection malgré ces conditions d'utilisation variables. La polyvalence de l'équipement, sa capacité «à servir à différents postes de travail en assurant un niveau de protection convenable» (Pringalle, 1998) sont intégrées dans la notion de fiabilité de l'ÉPI.

La fiabilité, étroitement liée à l'efficacité, consiste à évaluer l'efficacité dans différentes situations, dans les postures extrêmes ou les conditions frontières et en tenant compte d'un vieillissement et du facteur humain. Les usages prévisibles, la polyvalence (ex. : l'efficacité avec différents contaminants) sont aussi à évaluer. La fiabilité peut se résumer comme étant l'efficacité dans les conditions prévisibles d'emploi ou d'utilisation. Pour l'évaluer, il suffit d'ajuster les paramètres des tests d'efficacité pour que ces paramètres soient représentatifs des conditions réelles d'utilisation. Par exemple, la température ambiante et l'ajustement peuvent alors faire l'objet de l'étude afin de déterminer leur impact sur l'efficacité du protecteur en conditions réelles d'utilisation. Certaines normes intègrent des éléments de fiabilité à l'intérieur des procédures d'essai telle que la norme CSA Z259.11 sur les absorbeurs d'énergie qui effectue des essais à différentes températures et à différents taux d'humidité pour refléter les conditions atmosphériques extérieures multiples (Association canadienne de normalisation, 1992 (C2003)).

Une efficacité ou une fiabilité douteuse mine la confiance des utilisateurs envers l'ÉPI. Ce point sera abordé à la section 3.5.3 – confiance en l'ÉPI.

3.3 Deuxième groupe : l'approvisionnement

3.3.1 Coûts

Le coût unitaire fournit une première indication et est facilement connu. Toutefois, cette information n'est pas suffisante pour connaître le coût réel d'exploitation annuel, c'est-à-dire ce qu'il en coûte pour protéger l'ensemble des travailleurs avec l'ÉPI en question pendant un an. L'idéal est d'être en mesure de déterminer l'usure de l'ÉPI (section 3.3.2 *Durabilité* pour plus de détails), donc la fréquence de renouvellement pour connaître ce coût réel d'exploitation annuel (Pringalle, 1998). Par exemple, dans le cas des protecteurs respiratoires, un système à adduction d'air a un coût d'achat qui est supérieur à l'APR à cartouches chimiques, mais on évite les changements répétés de cartouches requis pour maintenir l'ÉPI opérationnel et efficace (Lara et Vennes, 2003), ce qui réduit les coûts d'opération.

Par conséquent, les facteurs ayant un impact sur les coûts ou la durée de vie utile de l'ÉPI doivent être pris en considération puisqu'ils ont un impact sur le coût d'exploitation. Parmi ces facteurs, on retrouve :

1) la durée de vie de l'ÉPI,

   La durée de vie peut être évaluée en fonction d'une date de péremption retrouvée sur certains ÉPI, de l'expérience ou des recommandations du fabricant. Voir section 3.3.2.

2) le nombre d'ÉPI requis,

   Combien de travailleurs sont exposés au risque et ont besoin de protection, y a-t-il possibilité de partager l'ÉPI (ex. : différents quarts de travail – attention aux questions d'hygiène et d'acceptation), etc.

3) les besoins en entretien et inspection,

   a) qui : l'entretien est-il fait par l'utilisateur, à l'interne ou a-t-on besoin d'une expertise spécialisée, d'un calibrage, d'une inspection ou d'une certification périodique?

   b) quand : avant chaque utilisation, périodique, quand des signes d'usure se manifestent?

c) avec quoi : a-t-on besoin de produits de nettoyage particuliers ou d'outillage?

4) la possibilité de pièces de remplacement,
Est-ce que l'ÉPI comprend des pièces amovibles pouvant être remplacées au besoin?

5) les besoins particuliers de l'ÉPI requis.
L'ÉPI est-il autonome en soit ou requiert-il une installation (comme les points d'ancrage pour les systèmes antichutes) ou une alimentation en air pour un système à adduction d'air?

3.3.2 Durabilité

La solidité, c'est-à-dire la résistance mécanique, est évoquée à propos de la durabilité, mais la durabilité ne se limite pas à une question de solidité. C'est davantage la capacité d'un ÉPI à conserver ses propriétés (de confort, d'esthétique, de performance à la protection, etc.) dans le temps. Certains protecteurs indiquent une date de péremption qui garantit certaines propriétés (surtout d'efficacité) jusqu'à une date donnée. Deux types de détérioration sont à distinguer : l'usure à l'usage comme les chaussures de protection et la dégradation des matériaux par les facteurs environnementaux comme le sont les casques ou les harnais soumis aux rayons ultraviolets. En laissant entreposer des ÉPI, seule la dégradation peut les affecter. En plus d'influencer les coûts, la durabilité d'un ÉPI influence plusieurs critères : le confort, l'efficacité, l'entretien, l'apparence, etc.

La durée de vie, ou la fréquence d'approvisionnement, des ÉPI à usage unique est probablement influencée par le mode de distribution : s'il y a plusieurs stations libre-service, de libre-service contrôlé (figure 3.1) ou si la distribution se fait au magasin de l'usine au même titre que différents outils (Pérusse, 1995). Le libre-service se définit comme des contenants où tous peuvent se servir librement; le libre-service contrôlé est l'analogie de la machine distributrice, la carte d'employé est requise au lieu de la monnaie. Le mode de distribution peut jouer sur le port effectif, d'autant plus pour les travailleurs étant sur la route qui ne sont pas nécessairement dans un poste fixe ou à l'intérieur d'une même bâtisse ou d'un même secteur. Les ÉPI personnels par rapport à ceux partagés influencent probablement l'acceptabilité et la durabilité. En effet, les questions d'hygiène obligent un nettoyage plus ou

moins approfondi de l'ÉPI qui peut accélérer sa dégradation. De plus, les ajustements fréquents peuvent également causer des bris. Étant donnés les nombreux paramètres qui influencent l'acceptabilité, il est difficile d'attribuer le rôle exact de ces aspects sur l'acceptabilité et la durabilité : la question serait à étudier.



Figure 3.1 Distributrice libre-service.
Tirée de PTI Solutions (Site Web)

La durée de vie peut être évaluée en fonction d'une date de péremption retrouvée sur certains ÉPI, de l'expérience ou des recommandations du fabricant. La solidité peut faire l'objet de tests de vieillissement accéléré conjointement à des essais d'efficacité. La fiabilité de l'ÉPI est alors mise à l'épreuve. Sur le terrain, on ne voit pas toujours clairement la raison de changer un équipement qui, en apparence, est toujours fonctionnel (Davillerd, 2002a). Développer des indications à ce sujet serait essentiel pour s'assurer d'une protection adéquate. Les dates de péremption fixe déterminée au moment de la fabrication sont utilisées, entre autre, en France pour les casques (Davillerd, 2002a). Ces dates peuvent toutefois être utilisées avec des conditions d'utilisation normale, des conditions hostiles pourraient accélérer le processus de dégradation des matériaux. Des signes physiques peuvent aussi être notés pour évaluer l'intégrité de la protection. Par exemple, en pliant délicatement la visière thermoplastique d'un casque, si de légers craquements sont entendus, c'est le signe d'une dégradation avancée qui requière le retrait du casque (Mayer, Le Brech et Pichon, 2007).

L'intégration d'un fil témoin dans les filets de protection antichute permet également d'effectuer un suivi sur ses propriétés en effectuant les essais destructifs sur ce fil témoin au lieu du filet entier. Un autre exemple est celui des soies des brosses à dents qui changent de couleur, fournissant ainsi un repère visuel pour le temps du renouvellement.

3.3.3 Disponibilité et accessibilité

La disponibilité d'un ÉPI est synonyme de son existence sur le marché tandis que son accessibilité est la disponibilité à l'échelle de l'entreprise ou du travailleur.

L'ÉPI préconisé doit être disponible et accessible en quantité suffisante, dans les grandeurs requises (si applicable) et selon des délais acceptables. Si tel n'est pas le cas, des solutions de rechange sont à envisager car le taux de port risque d'en subir les contrecoups. De plus, parmi les ÉPI nécessaires, on rencontre des protecteurs qui sont absolument personnels, c'est-à-dire qui ne peuvent pas être partagés entre les travailleurs comme des bouchons d'oreille moulés. Au contraire, certains ÉPI ont besoin d'un élément commun pour être fonctionnels comme un point d'ancrage pour un système antichute.

3.3.4 Entretien requis

Sur le marché, on distingue deux types d'ÉPI quant à l'entretien :

- ceux à usage unique,
    - complet, comme les bouchons d'oreille jetables,
    - partiel, comme les cartouches des appareils respiratoires,
- ceux dont un entretien est à effectuer,
    - par l'utilisateur, comme le nettoyage des lentilles de lunette,
    - par des spécialistes, comme le calibrage des masques de pilote d'avion.

Parmi les ÉPI qui nécessitent un entretien particulier, une partie peut être effectuée par l'utilisateur ou une personne désignée (nettoyage, ajustements de base, etc.) et le reste par des spécialistes (calibrage, tests de conformité, etc.). Bien que l'entretien des ÉPI génère des coûts et exige du temps, des ressources et de l'espace, il est légalement nécessaire pour

certaines catégories d'ÉPI. Par exemple, tous les dispositifs à cordon d'assujettissement autorétractables (enrouleur-dérouleur) certifiés CAN/CSA Z259.2.2 type 2 et 3 requièrent une inspection chez le fabricant ou son dépositaire autorisé annuellement (CSA, 2000). Les ÉPI à usage unique sont à privilégier pour des utilisations occasionnelles, des besoins sporadiques, des situations d'urgence ou temporaires.

L'entretien requis est à prendre en considération lors de la sélection des ÉPI. Il peut se calculer en termes de coûts, de temps, de ressources et d'espace. Les fiches techniques des ÉPI ainsi que les textes de loi informent l'utilisateur des soins requis. Les ÉPI à usage unique ne requièrent habituellement pas d'entretien, par contre, leurs coûts de renouvellement peuvent représenter d'importantes sommes. De plus, leur acceptabilité et leur confort ne sont peut-être pas aussi bons que les ÉPI personnels ou faits sur mesure.

3.4 Troisième groupe : le confort physique

Les ÉPI sont considérés «comme un outil plus ou moins bien adapté au travail» par les utilisateurs; le confort est alors «le principal garant du port permanent du protecteur par l'opérateur» (Pringalle, 1998). D'où l'importance de se soucier du confort physique de l'utilisateur puisque les ÉPI remplissent leur fonction de protection uniquement s'ils sont portés adéquatement.

Étroitement lié à l'ergonomie, le confort est une notion difficile à définir et encore plus difficile à mesurer (Vink, 2005). Il est lié aux sensations d'aise ou de gêne (voire de souffrance) que peut procurer l'ÉPI au cours d'un port plus ou moins long. De plus, les conditions de port et les activités à réaliser avec l'ÉPI influencent grandement ces sensations. Comme l'indique la figure 3.2, le modèle de confort rapporté par Vink englobe de nombreux aspects sur lesquels il n'est pas toujours possible d'avoir un contrôle. Malgré tout, un consensus s'est formé autour du fait qu'un ÉPI doit être confortable pour être utilisé (Akbar-Khanzadeh, Bisesi et Rivas, 1995; Arteau et Giguère, 1993; Krawsky et Davillerd, 1997; Pringalle, 1998). De plus, dans le cas du processus accidentel présenté à la figure 0.2 (p.3),

l'avantage de porter un équipement se fait sentir uniquement lors d'un accident, fait généralement peu probable; alors que le port, lui, doit être constant.

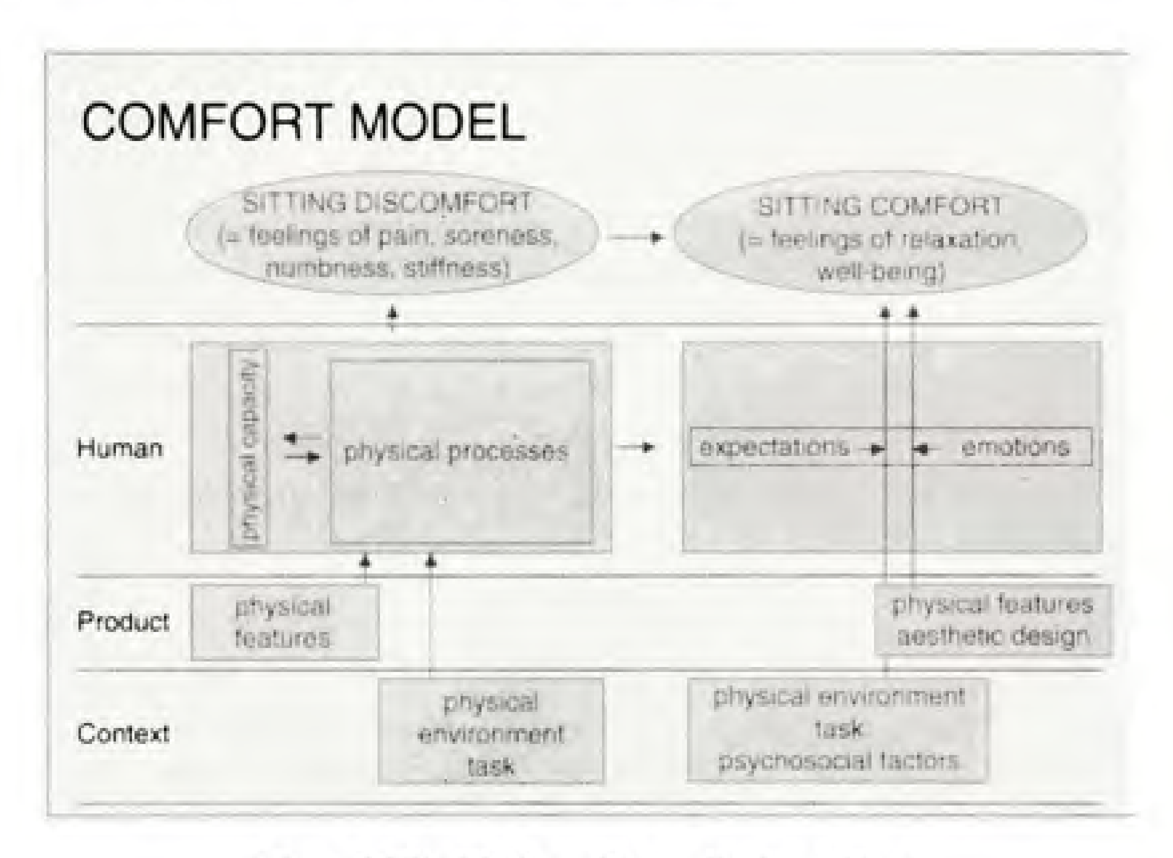


Figure 3.2 Modèle du confort appliqué aux sièges.
Tirée de De Looze et al. (Vink, 2005, p. 22)

Bien que le confort doive être évalué par les utilisateurs, il est possible d'aller au-delà des aspects subjectifs et de quantifier certains aspects du confort. Ce n'est pas l'équipement en soi qui peut être qualifié de confortable, c'est la relation entre l'individu et l'équipement qui peut être ainsi qualifiée. Pour une question de syntaxe, le confort de l'ÉPI signifie la relation confortable entre l'ÉPI et son utilisateur. L'équipement peut posséder certaines caractéristiques qui favorisent le confort de l'individu. Les principaux éléments énoncés pour expliquer le confort d'un ÉPI sont : la compression, la chaleur, la perméabilité, la flexibilité, le poids, le maintien en place. Toutefois, tout dépendant du fonctionnement de l'ÉPI et de sa localisation sur le corps, ces éléments peuvent varier d'un ÉPI à l'autre.

On ne peut pas aborder la notion de confort sans passer à côté de son opposé : l'inconfort. L'ÉPI n'est pas nécessairement confortable ou inconfortable, la plage de neutralité, la zone grise, est large. De plus, l'inconfort est un précurseur de douleur, de fatigue et de TMS en plus d'affecter la productivité et le rendement des travailleurs (Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail, 6 octobre 1997).

La notion de confort physique peut être subdivisée en plusieurs catégories en fonction des éléments (voir figure 3.3) qui l'influencent (liste non exhaustive) :

- le confort thermique;
- l'ajustement;
- le confort de charge;
- la liberté de mouvement.

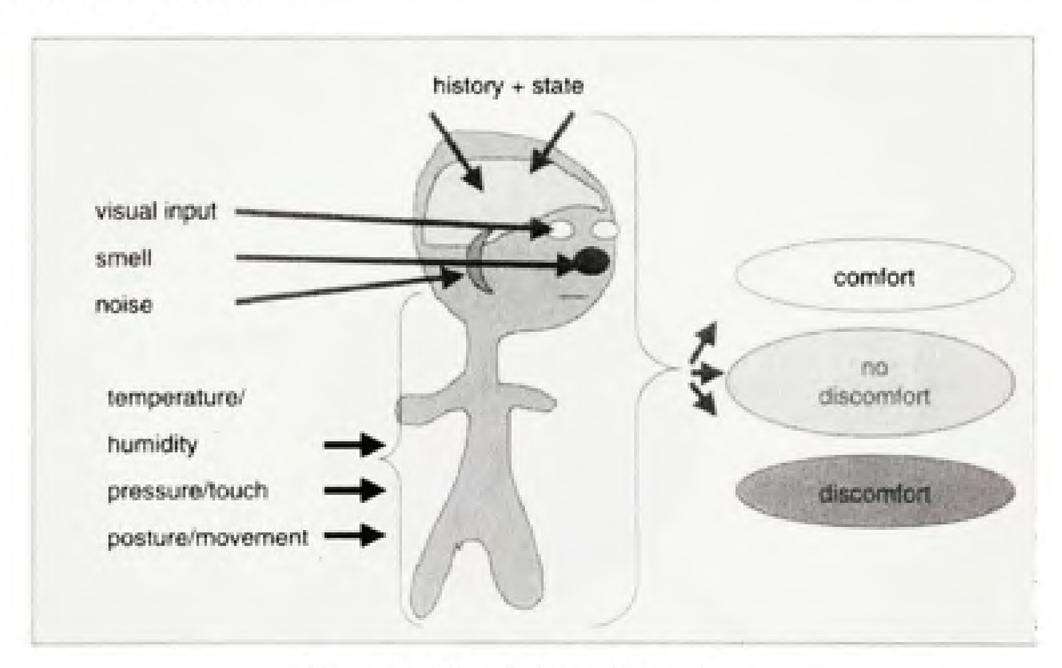


Figure 3.3 Expérience du confort.
Tirée de Vink (2005, p. 16)

3.4.1 Confort thermique

Le confort thermique correspond au «sentiment de bien-être et de satisfaction vis-à-vis de l'ambiance» (Monod et Kapitaniak, 2003). À la figure 3.4, la zone de confort est présentée comme étant n'importe où à l'intérieur de la zone de neutralité. La zone de confort, propre à chaque individu, évolue dans le temps et est déterminée par les réactions psychologiques et le métabolisme. Contrairement à la zone de neutralité qui est fixée par les réactions d'adaptation physiologique, donc sensiblement commune à l'ensemble des individus. Ces réactions sont entre autre influencées par l'adaptation de l'individu à son environnement et la consommation de substances telles que l'alcool.

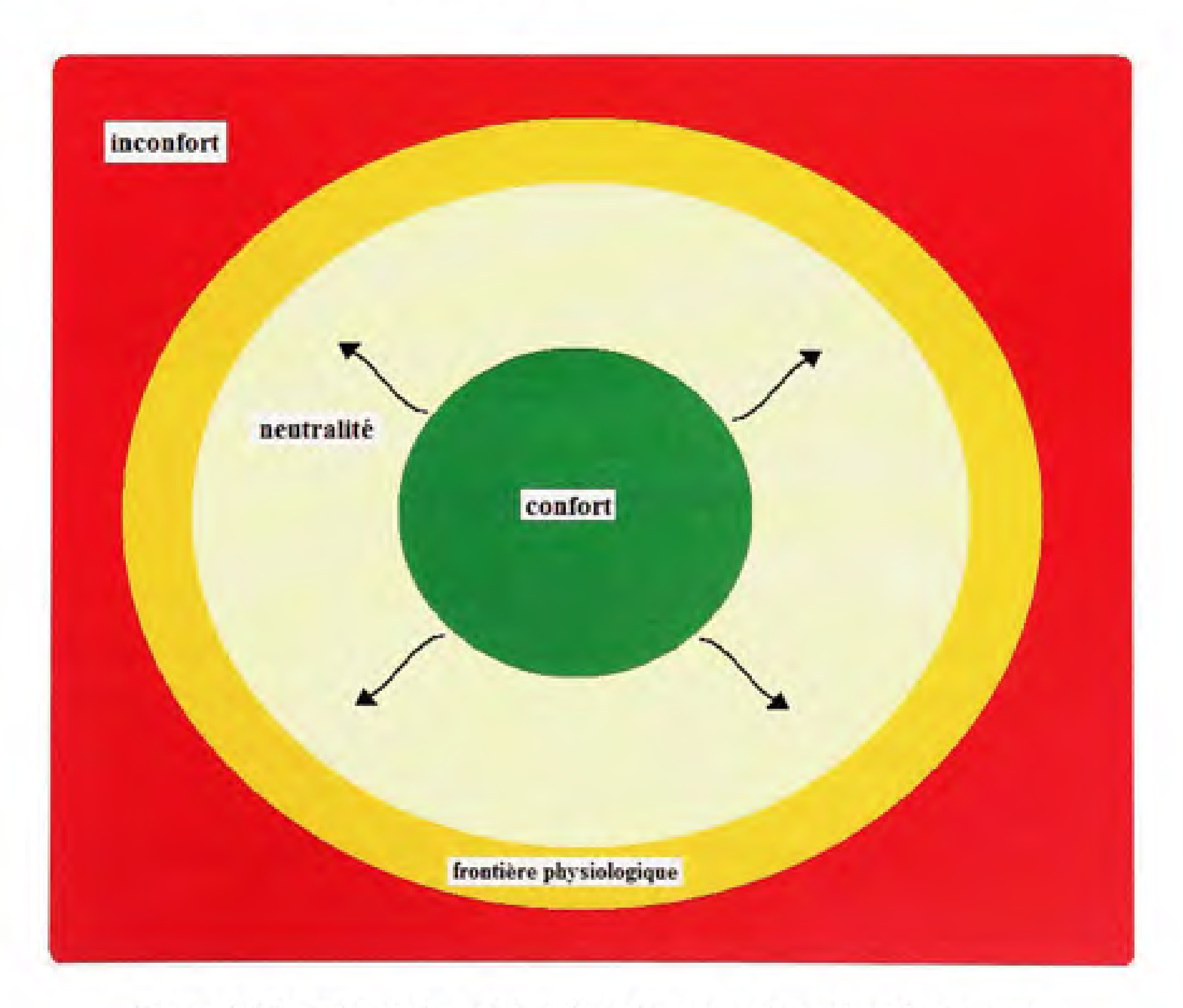


Figure 3.4 Représentation schématique des zones de confort (thermique).

La figure 3.5 présente les conséquences des ambiances extrêmes (chaude et froide). L'inconfort annonce les zones de contraintes pour l'humain. La sudation, tout comme les frissons, engendre, en plus de l'inconfort, une perte de dextérité et de précision. Avec les ÉPI, les utilisateurs se plaignent davantage de la chaleur lorsque la température ambiante est déjà élevée. La transpiration ainsi émise contribue également à la formation d'odeurs désagréables qui diminuent la durée de vie de l'équipement en plus d'en décourager le port.

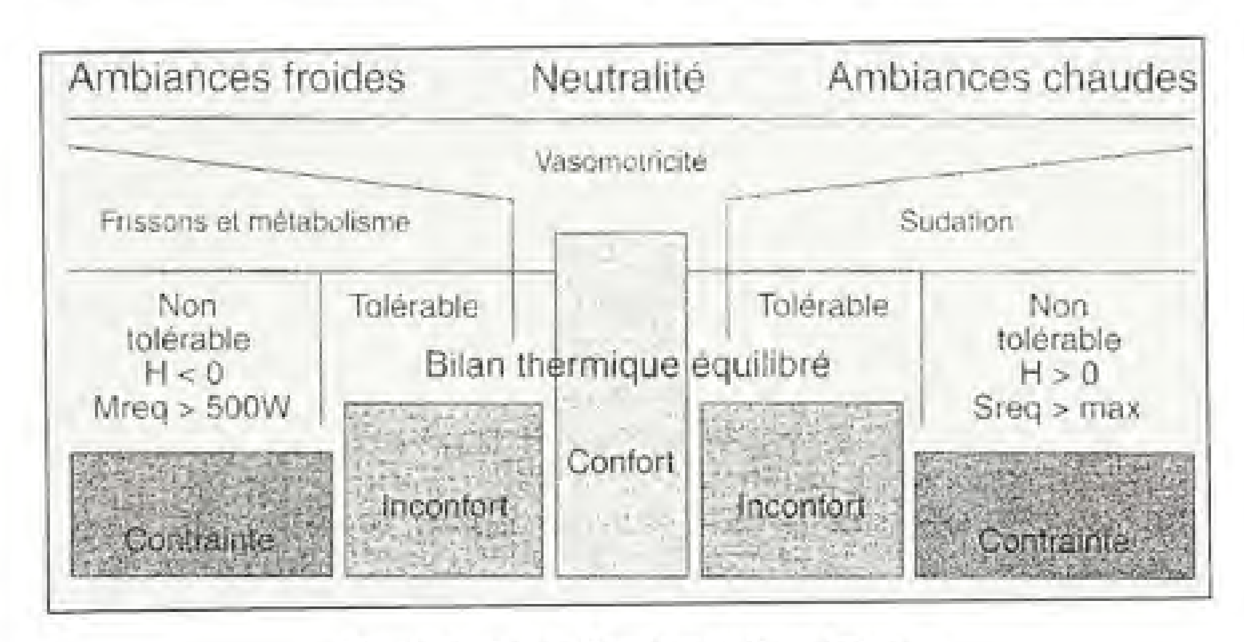


Figure 3.5 Zones d'ambiances thermiques.
Tirée de Monod et Kapitaniak (2003, p. 233)

Les ÉPI sont à l'origine des limitations d'échanges thermiques entre l'utilisateur et son environnement, soit par la résistance à l'évaporation ou l'isolement thermique. Autant que possible, les ÉPI doivent permettre une ventilation et un échange d'humidité satisfaisants pour éviter les sensations d'inconfort généralisées ou localisées (comme avec un APR).

«Le jugement du confort (ou de l'inconfort) porté par des personnes placées dans une même ambiance est extrêmement variable.» (Monod et Kapitaniak, 2003) C'est une question qui dépend de plusieurs facteurs : hormones, métabolisme, niveau d'effort, niveau d'activité requis, habitudes de vie, climat où l'on habite, etc.

Pour caractériser ces éléments, des normes EN et ISO (énumération partielle au tableau 3.1) ont été développées.

Tableau 3.1 Méthodes d'essai des caractéristiques thermiques
Tiré de AFNOR - NF EN 13921 (2007, p. 18)

Caractéristique thermique	Matériaux et composants sources	ÉPI complet
Isolement thermique	EN 31092, EN 14225-1	EN 511, EN ISO 20344, EN 342, EN ISO 15831 Annexe A
Résistance à la vapeur d'eau	EN 31092, EN 20811	EN ISO 7933, ENV ISO 11079
Perméabilité à la vapeur d'eau	EN ISO 20344	
Perméabilité à l'air	EN ISO 9237	
Absorption de l'eau	EN ISO 20344	
Désorption de l'eau	EN ISO 20344	
Pénétration de l'eau	EN 31092, EN 20811	
Résistance à l'eau	EN ISO 20344	EN 14360, EN 659
Impact thermique global de l'ÉPI		EN ISO 9886 (mesures physiologiques), EN ISO 10551 (jugements subjectifs)

Telle que citée par Monod et Kapitaniak (2003), la norme ISO 7730, *Détermination des indices PMV et PPD et spécification des conditions de confort thermique* caractérise l'ambiance selon quatre (4) composantes :

- température sèche de l'air ambiant (t_a);
- température des surfaces environnantes (t_r);
- humidité relative de l'air (P_a);
- vitesse des mouvements de l'air (V_a).

«Des corrélations ont été établies entre le sentiment de bien-être et les caractéristiques de l'ambiance thermique (t_a, t_r, P_a, V_a), de l'activité physique et de l'isolement vestimentaire.» (Monod et Kapitaniak, 2003). À partir de ces valeurs, la norme fixe deux indices : le PMV (predicted mean vote) qui prédit le jugement porté par un groupe d'individus (sur l'échelle présentée à la figure 3.6) et le pourcentage prédit d'insatisfaits, le PPD (predicted percentage of dissatisfied).

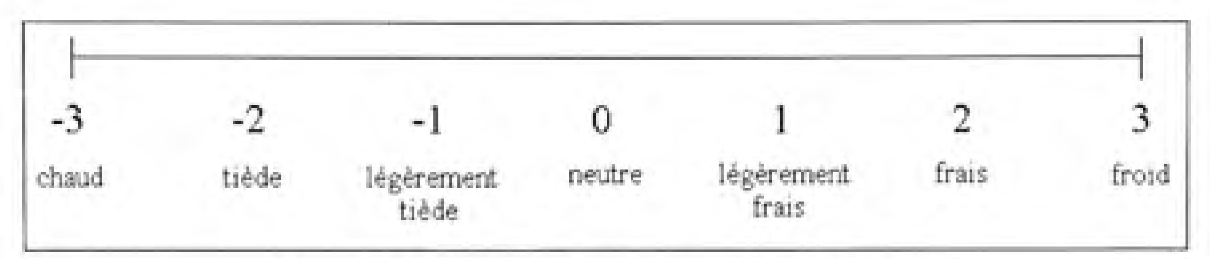


Figure 3.6 Échelle de la norme NF EN ISO 7730.

Inspirée de Monod et Kapitaniak (2003)

Le tableau 3.2, tiré de la norme ISO 7243, suggère les valeurs à utiliser pour le calcul de la durée limite d'exposition (DLE). En fonction du niveau métabolique et de l'acclimatation, l'indice WBGT est établi, cet indice permet ensuite de déterminer la DLE à l'aide de tableaux fournis dans la norme ISO 7243 (Parsons, 2006).

Tableau 3.2 Indices WBGT fonction du niveau de métabolisme et de l'acclimatation

Tiré de Monod et Kapitaniak (2003, p. 236)

Classe de métabolisme	Métabolisme M		Valeur repère du WBGT			
	Rapporté à l'unité de surface cutanée W/m²	Total (pour une surface cutanée moyenne de 1,8 m²) W/m²	Personne acclimatée à la chaleur °C		Personne non acclimatée à la chaleur °C	
0 (repos)	M < 65	M < 117	33		32	
1	65 < M < 130	117 < M < 234	30		29	
2	130 < M < 200	234 < M < 360	28		26	
3	200 < M < 260	360 < M < 468	Aucun mouvement de l'air perceptible 25	Mouvements de l'air perceptibles 26	Aucun mouvement de l'air perceptible 22	Mouvements de l'air perceptibles 23
4	M > 260	M > 468	23	25	18	20

Il est également intéressant de noter que le seul fait de porter un ÉPI augmente le métabolisme de l'utilisateur. Le tableau 3.3 fournit un estimé de l'augmentation du niveau métabolique en fonction du type d'ÉPI porté.

Tableau 3.3 Estimé de l'augmentation du niveau de métabolisme causé par le port d'un ÉPI Tiré de Parsons (2006) (traduit)

Type d'ÉPI		Niveau métabolique de base				
		Au repos	Bas	Modéré	Élevé	Très élevé
Chaussure de protection		0	5	10	15	20
Botte de protection		0	10	20	30	40
APR (P1, P2)*		5	10	20	30	40
APR (P3)*		5	20	40	60	80
Appareil respiratoire autonome		10	30	60	95	125
Protection chimique - combinaison	Perméable à la vapeur (ex.: disposable)	5	10	20	30	40
	Imperméable à la vapeur d'eau (ex.: PVC, incluant une cagoule, des gants et des bottes)	10	25	50	80	100
Combinaison complète isolée (ex.: Habit de pompiers incluant casque, bottes, gants et tunique)		15	35	75	115	155

* Tel que défini par BS EN 143: 1991

3.4.2 Ajustement

Certains ÉPI tels que les harnais possèdent des mécanismes permettant leur réglage. Dans ces cas, il est important que l'utilisateur puisse ajuster l'ÉPI en fonction de son gabarit anthropométrique et que cet ajustement puisse être maintenu pour la durée effective du port. Un désajustement entraine tout d'abord de l'inconfort, mais peut également avoir comme conséquence le rejet de l'équipement, une perte d'efficacité, ou pire, un accident. D'autres types d'ÉPI ne permettent pas d'ajustement, mais sont disponibles selon différentes tailles comme les chaussures de sécurité.

Les abaques anthropométriques permettent de concevoir les ÉPI en fonction des dimensions humaines. Toutefois, ces chartes sont souvent développées avec des hommes de race blanche, souvent des militaires relativement jeunes, où les femmes sont considérées comme un modèle réduit de l'homme. Cette hypothèse est erronée comme l'indique le tableau 3.4. La dernière colonne établit le ratio femmes/hommes de la dimension de certaines parties du

corps, les valeurs surlignées en gris indiquent même que ces dimensions sont équivalentes ou plus grandes chez la femme que chez l'homme. Wigmore (1988) a soulevé le problème d'approvisionnement en ÉPI des femmes et des classes anthropométriques autre que les caucasiens. Depuis, quelques modèles d'ÉPI pour femmes ont été développés, mais la gamme offerte reste limitée par rapport aux modèles pour hommes disponibles.

Tableau 3.4 Comparatif hommes-femmes de différentes valeurs anthropométriques
Tiré de Stirling (2003, p. 8)

	Homme (n=91)		Femme (n=153)		
	Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type	
Âge	25,60	0,67	25,70	0,57	
Taille	168,00	1,50	167,20	1,34	
Poids	65,30	2,67	64,70	2,79	% (F/H x 100)
Circonférence du cou	36,50	1,28	31,70	1,09	86,80
Circonférence du bicep	31,60	1,36	28,20	1,50	89,20
Circonférence des épaules	111,60	3,17	103,80	2,95	93,00
Largeur du thorax	30,00	1,40	28,50	1,35	95,00
Largeur bi-acromiale	38,40	1,37	36,90	1,32	96,10
Circonférence de la tête	55,90	1,22	54,60	1,16	97,70
Longueur de la main	18,40	0,64	18,10	0,56	98,40
Hauteur du genou	47,20	1,26	46,70	1,25	98,90
Hauteur de la poitrine	121,30	1,89	120,30	2,31	99,20
Hauteur du point cervical	194,50	1,41	194,40	1,46	99,90
Hauteur acromiale	**136,80**	**1,80**	**136,80**	**1,81**	**100,00**
Largeur des épaules	**14,60**	**1,06**	**14,60**	**1,00**	**100,00**
Hauteur de la taille – ombilic	**100,30**	**2,27**	**100,70**	**2,00**	**100,40**
Hauteur des fessiers	**83,60**	**2,10**	**84,80**	**1,97**	**101,40**
Circonférence de la taille	**79,00**	**4,01**	**80,40**	**5,51**	**101,80**
Circonférence des fessiers	**91,80**	**2,37**	**99,10**	**3,58**	**108,00**
Largeur des hanche	**32,20**	**0,93**	**35,50**	**1,51**	**110,20**

De plus, les utilisateurs de certains ÉPI spécialisés, tel que les travailleurs en hauteur, sont différents de la population en général. Leur musculature (membres supérieurs) et leur poids (incluant leurs outils de travail) sont supérieurs à la moyenne de la population (Haines, Elton et Hussey, 2005).

Pour assurer un ajustement adéquat des ÉPI, il est suggéré de se baser sur l'anthropométrie et la morphologie (endomorphe, mésomorphe ou ectomorphe). Pour ce faire, il est important de déterminer la population cible, les parties du corps à protéger, la souplesse (ou rigidité) du matériau constituant l'ÉPI ainsi que les activités physiques et postures à adopter (NF EN 13921, 2007; Stirling, 2003). Les différences anthropométriques doivent dicter la plage d'ajustement requise ou la fourchette de tailles à offrir aux utilisateurs. Un ÉPI trop ajusté entrave la liberté de mouvement tandis qu'un ÉPI trop ample peut occasionner des interactions indésirables avec l'environnement de travail ou être à l'origine d'un accident (ex. : une pièce de l'ÉPI qui est entraînée par une machine en mouvement). La gravité des conséquences d'un déplacement de l'ÉPI ainsi que le déplacement maximal tolérable sont alors à prendre en considération.

Pour la réalisation des essais, il convient de prendre en considération les forces statiques et dynamiques susceptibles de s'exercer sur l'ÉPI dans les conditions prévisibles d'usage. Le maintien en place de l'ÉPI est tout aussi important que le réglage de son ajustement. C'est d'ailleurs une amélioration proposée par des travailleurs forestiers à propos des casques qui se «détachent parfois et se désolidarisent» (Davillerd, 2002a).

Des vérifications quant au mode de fixation et de réglage souhaitable ainsi qu'un moyen de vérifier si l'ÉPI a correctement été fixé doivent être pris en compte lors de l'évaluation de l'ÉPI (NF EN 13921, 2007). Un mauvais ajustement entraîne des conséquences tant pour le confort de l'utilisateur que pour l'efficacité protectrice de l'ÉPI. La figure 3.7 révèle un défaut de conception et d'ajustement d'un harnais qui touche particulièrement les endomorphes (type de morphologie où le tour de taille est supérieur au tour de poitrine). Finalement, la description des différentes tailles doit pouvoir garantir une sélection adéquate des ÉPI par les utilisateurs.

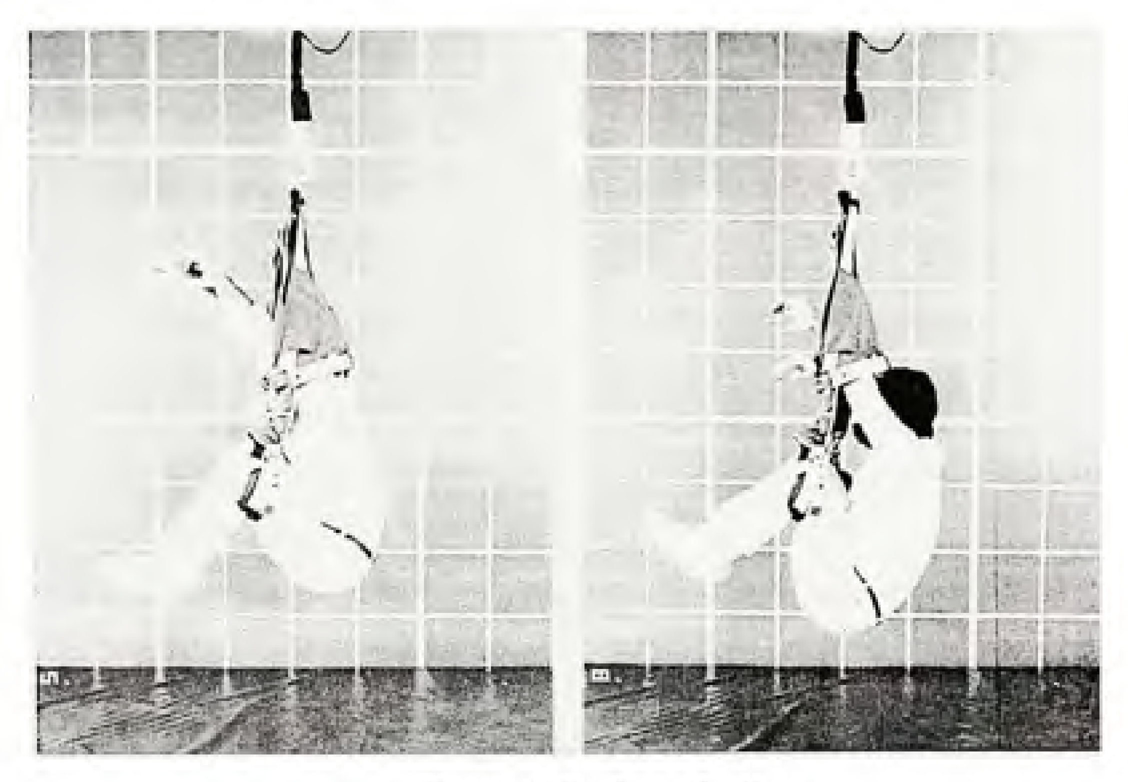


Figure 3.7 Sortie par le siège.
Tirée de Arteau et Giguère (1991, p. 88)

3.4.3 Autres aspects du confort

Selon le type d'ÉPI, la notion de confort est perçue et évaluée différemment. C ertains aspects, dont ceux ci-dessous ne concernent qu'une gamme limitée d'ÉPI. Il est alors important d'identifier ce qui influence le confort de l'individu pour chaque type d'ÉPI.

La mobilité inclut les aspects de liberté de mouvement, de dextérité, de pression et de poids. Une entrave à la liberté de mouvement induit un sentiment de frustration qui peut aller à un point tel que l'utilisateur ait une sensation d'emprisonnement ou de claustrophobie (Krawsky et Davillerd, 1997). Un ÉPI ayant un poids important ou concentré en un endroit (ex. : lunettes protectrices) induit de l'inconfort. Une liberté de mouvement limitée par un ÉPI peut engendrer une interférence avec les tâches à effectuer. De même, les ÉPI peuvent interférer entre eux : par exemple, de la buée peut se former dans les lentilles de lunette protectrice portée avec un APR.

Les parties de l'ÉPI en contact direct ou intime peuvent induire une certaine gêne pour l'utilisateur. Le type de tissu ou de matériaux et les surfaces pointues, rugueuses ou autres peuvent causer de la friction, des points de pression, de l'irritation et de l'inconfort. Une baisse de productivité peut être notée et éventuellement, des blessures peuvent également apparaître.

La norme EN 13921 : 2007 *Équipements de protection individuelle Principes ergonomiques* propose une série de facteurs à prendre en considération visant à s'assurer que l'ÉPI ne provoque ni irritation ni inconfort pour les utilisateurs, ce qui pourraient éventuellement provoquer des blessures. Les points à vérifier sont :

- «le fait de déterminer si l'ÉPI est en contact avec la peau et la sensibilité de cette région particulière de la peau aux effets de frottement et de pression;
- la durée pendant laquelle l'ÉPI est normalement en contact avec la peau;
- le fait de déterminer si le type d'ÉPI peut présenter des arrêtes ou des pointes aiguës ou agressives;
- le fait de déterminer si le volume, la dureté et la position des mécanismes de réglage et de fermeture peuvent avoir un impact négatif sur l'utilisateur;
- le fait de déterminer si la composition chimique du matériau utilisé et ses produits dérivés risque d'avoir une incidence sur le corps;
- le fait de déterminer si les matériaux susceptibles d'être en contact avec la peau sont connus comme étant des matériaux produisant des réactions allergiques sur une proportion donnée de la population;
- le fait de déterminer si tout mécanisme de fermeture ou autre élément, peut pincer et tirer cheveux, barbe ou poils;
- le fait de déterminer si la surface extérieure de l'ÉPI pourrait blesser d'autres personnes;
- le fait de déterminer si un simple examen visuel et tactile des ÉPI est approprié à une évaluation, ou s'il est nécessaire de développer des méthodes d'essais spécifiques permettant d'évaluer la dureté, la rugosité ou d'autres caractéristiques de l'ÉPI» (NF EN 13921, 2007);

De plus, il serait pertinent de vérifier la répartition uniforme du poids de l'ÉPI sur les utilisateurs.

Pour l'évaluation du confort auprès des utilisateurs, il est possible d'utiliser différents outils dont les questionnaires. Des études démontrent l'utilité de l'échelle visuelle analogue dans la discrimination de plusieurs systèmes et équipements dont celle de Beauchamp et al. (1997b) faite sur la grimpabilité des poteaux de bois. Le sujet trace un X à la suite de chaque essai sur l'échelle analogue visuelle telle qu'illustrée à la figure 3.8. La mesure est ensuite obtenue en mesurant, à l'aide d'une règle, la distance entre la position de la marque X et l'origine (extrême gauche). Cette distance est, par la suite, convertie en pourcentage. Cet outil a une « très grande fiabilité et (un) grand pouvoir discriminant de la mesure des perceptions psychophysiques» puisque l'individu ne peut pas retenir systématiquement une valeur ou un qualificatif et fournit une réponse plus exacte de ses perceptions.

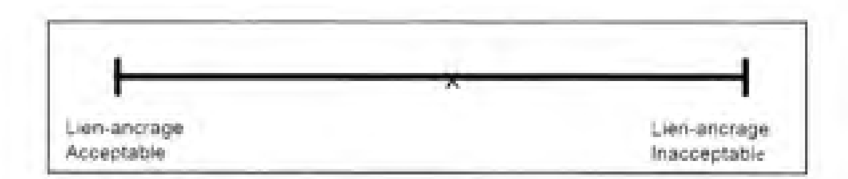


Figure 3.8 Exemple d'une échelle visuelle analogue.
Tirée de Arteau et al. (2007, p. 9)

Le recours aux interfaces d'évaluation PrEmo (figure 3.9) qui incluent des expressions faciales et vocales permet aux personnes sondées d'associer l'animation qui correspond le mieux à leur(s) émotion(s). «The unique strength of PrEmo is that it combines two qualities: it measures distinct emotions and it can be used cross-culturally because it does not ask respondents to verbalize their emotions. In addition, it can be used to measure mixed emotions, that is, more than one emotion experienced simultaneously» (Vink, 2005). Toutefois, l'aspect quelque peu enfantin pourrait rebuter certains travailleurs.

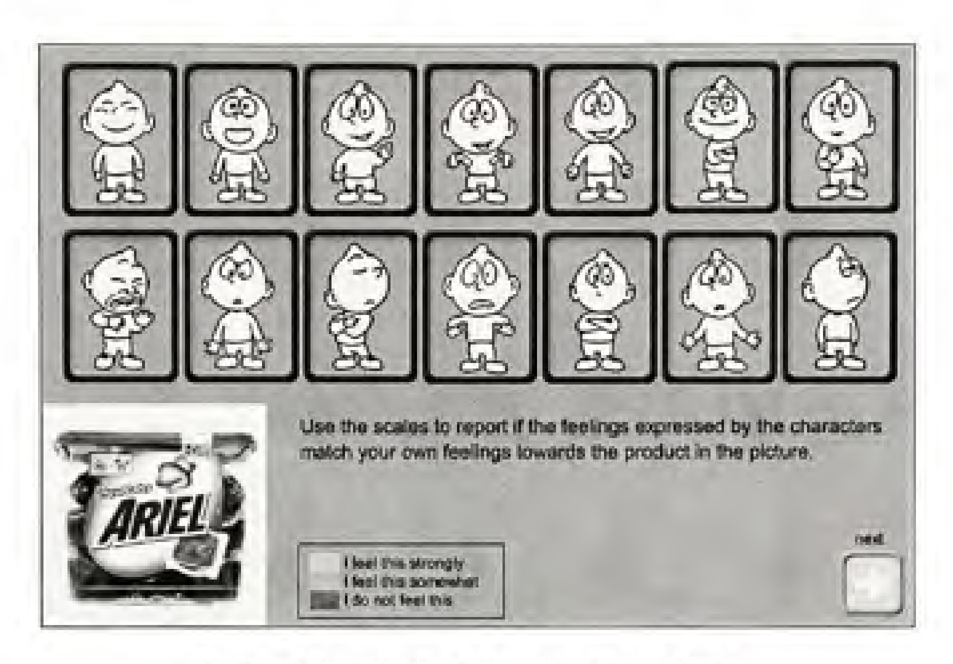


Figure 3.9 Interface d'évaluation PrEmo.
Tirée de www.designandemotion.org (Site Web)

Le schéma de localisation de la douleur ou de l'inconfort illustré à la figure 3.10 permet d'indiquer précisément l'emplacement de l'inconfort ou de la douleur ainsi que son intensité sur une échelle de 1 à 10. Ce type de représentation est fort utile pour échanger de l'information entre les utilisateurs et les sondeurs, le risque de confusion ou d'interprétation est réduit en comparaison à un texte explicatif. Cet outil a, entre autre, été utilisé par Arteau et Giguère (1991) pour localiser les zones de pression engendrées par le port d'un harnais. Un code de couleur (vert, jaune et rouge), en analogie avec les feux de circulation, était conjointement appliqué. De plus, en association avec des marqueurs de position filmés, des corrélations intéressantes peuvent en être déduites (Vink, 2005).

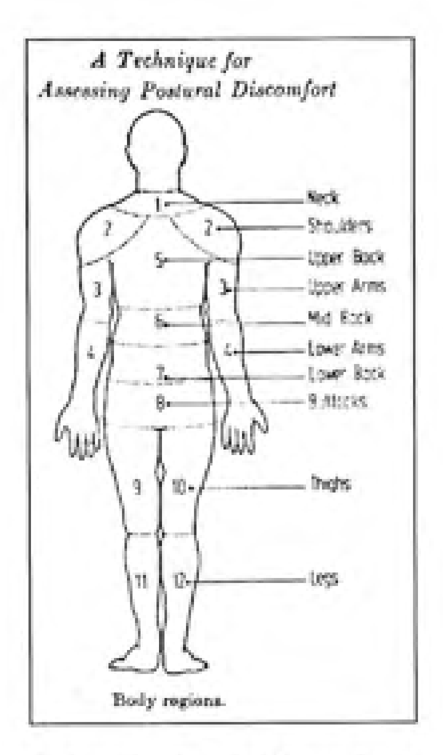


Figure 3.10 Schéma de localisation de l'inconfort postural (LPD map).
Tirée de Corlett et Bishop (1976)

3.5 Quatrième groupe : le confort psychosocial

Par psychosocial, on entend «qui se rapporte à la psychologie humaine dans la vie sociale» (*Le Petit Robert de la langue française*, 2009). Ce groupe n'est pas à sous-estimer puisque dans le cas contraire, le port risque d'en subir les conséquences.

3.5.1 Conception et apparence

L'apparence de l'ÉPI en soit a un certain rôle à jouer. Favoriser la similitude avec des vêtements de la vie quotidienne améliore les probabilités d'acceptabilité. De plus, il est possible de renforcer le sentiment d'appartenance à un groupe via des couleurs spécifiques ou des logos imprimés sur les ÉPI. L'aspect à prendre en considération est l'image que le travailleur a de lui avec les ÉPI; c'est son plus grand souci (Krawsky et Davillerd, 1997). Les couleurs utilisées ont parfois un rôle important dans la conception ou la protection de l'ÉPI.

Par exemple, les vêtements de signalisation et les vêtements de flottaison individuelle (VFI) doivent avoir des couleurs éclatantes ou réfléchissantes pour être en mesure de repérer facilement celui qui le porte. De même, sur les harnais, les sangles des cuisses et celles du torse ont des couleurs distinctes, ce qui les distingue et facilite leur mise en place adéquate.

En pratique, cet aspect ne peut être évalué que de manière subjective par les commentaires recueillis auprès des utilisateurs. Tel que détaillé à la section 3.5.2, les couleurs peuvent servir à distinguer des éléments (sangles de harnais) ou augmenter la visibilité de l'utilisateur (VFI). À noter que les ÉPI qui empruntent des éléments ou l'apparence de vêtements de la vie courante favorisent l'acceptation par les utilisateurs (Krawsky et Davillerd, 1997). Ce qui n'est toutefois pas toujours possible.

3.5.2 Convivialité

La convivialité joue sur plusieurs fronts à la fois : l'utilisation et l'entretien. Elle influence aussi la fiabilité de l'ÉPI. On peut la définir comme étant une conception ergonomique d'un point de vue cognitif, une utilisation intuitive ou qui s'adapte à l'utilisateur. Le fait de savoir se servir adéquatement d'un ÉPI découle de la formation (qualité, fréquence, intérêt, etc.) prodiguée aux utilisateurs potentiels. Toutefois, la facilité d'utilisation et l'entretien minimisé relèvent de la convivialité.

La simplicité d'utilisation et le confort, physique et psychique, rendent un équipement convivial. Ce critère se vérifie indirectement en évaluant les besoins en entretien, la fiabilité (quelque soit les conditions d'utilisation), la polyvalence (en mesure de protéger contre plus d'un risque) et le confort. Le maintien des cinq sens, en minimisant les interférences nuisibles aux tâches à effectuer et au confort général, favorise la convivialité de l'ÉPI. Les ÉPI intégrés ou combinés (tel qu'un casque incluant une protection auditive) représentent l'avantage de la polyvalence mais également l'inconvénient du poids ou de la surprotection qui crée un sentiment d'isolement (NF EN 13921, 2007).

3.5.3 Confiance en l'ÉPI

Les utilisateurs d'ÉPI développent un historique avec les ÉPI, que ce soit par expérience personnelle ou celle de leurs collègues. La méfiance face à un équipement entraine le rejet. À l'inverse, trop de confiance, peut mener à dépasser les limites de l'ÉPI. En effet, il a été observé que des joueurs de football américain portant un casque-visière subissaient davantage de blessure au cou : ces joueurs surestimaient ou dépassaient les limites de la protection disponible (Otis et Burstein, 1996). L'information à propos du fonctionnement et des limites des ÉPI, des risques et des démarches entreprises demeure le meilleur moyen de trouver l'équilibre.

La confiance est un élément qui se développe et qui dépend, en partie, de l'expérience (personnelle et collective) et de l'information reçue. Il convient de s'assurer que les utilisateurs connaissent bien l'ÉPI pour juger de la confiance qu'ils peuvent y porter. Les démonstrations et les vidéos d'essais accompagnées d'explications aideraient à développer cette confiance en fournissant la preuve de l'efficacité de l'ÉPI dans des conditions extrêmes. Par exemple, les démonstrations réalisées avec les absorbeurs d'énergie lors du *Grand Rendez-vous de la CSST* annuel; des masses de plus de 100 kg sont retenues grâce à un système antichute suite à une chute libre de trois mètres. Certains utilisateurs seraient tout de même sceptiques quant à l'efficacité des protecteurs auditifs qui laissent passer les bruits utiles : *«je ne sais pas si c'est si efficace que cela, car on entend quand même bien»* (propos recueillis par Davillerd, 2002a). Pour évaluer la confiance portée à un ÉPI, un élément d'un entretien (formel ou non) ou d'un questionnaire fournit une indication. De plus, des vérifications indirectes tels que des audiogrammes pour l'acuité auditive ont été utilisés auprès de travailleurs qui refusaient systématiquement la protection auditive (Legault Faucher et Melançon, 2003). De nombreuses campagnes de sensibilisation avaient été réalisées sans succès. Des audiogrammes ont alors été réalisé au début et à la fin d'un intervalle de six mois sans protection particulière. Ensuite, une surveillance serrée a été mise en place et de nouveaux audiogrammes ont été réalisés La première série de tests affiche des pertes auditives importantes tandis que la deuxième n'a démontré aucune perte auditive. Les

travailleurs ont alors adopté la protection auditive individuelle dans une proportion de 85 à 90% cinq mois après la diffusion de ces résultats.

3.6 Récapitulatif et compromis

Rencontrer l'ensemble de ces critères représente un défi de taille pratiquement impossible. Prioriser un critère plutôt qu'un autre risque d'affecter soit la protection effective ou le port réel. Mieux vaut prendre «en considération la méthode permettant de spécifier les meilleurs compromis entre la protection, le caractère pratique et l'impact potentiellement néfaste du port des ÉPI. Si différentes solutions s'appliquent, autant de compromis peuvent être possibles.» (NF EN 13921, 2007) Il s'agit de trouver «l'équilibre raisonnable entre la gravité du phénomène dangereux, la protection, la contrainte et la durée» (NF EN 13921, 2007). D'autant plus que la Directive Européenne 89/686/CEE stipule aux articles 1.1.2.1 *Niveau de protection aussi élevés que possible* et 1.1.2.2 *Classes de protection appropriées à différents niveaux d'un risque* qu'une protection moindre peut être tout à fait acceptable et même souhaitable pour favoriser un port effectif.

> «1.1.2.1. Niveaux de protection aussi élevés que possible
> Le niveau de protection optimal à prendre en compte lors de la conception est celui au-delà duquel les contraintes résultant du port de l'EPI s'opposeraient à son utilisation effective pendant la durée d'exposition au risque, ou au déploiement normal de l'activité.
>
> 1.1.2.2. Classes de protection appropriées à différents niveaux d'un risque
> Lorsque diverses conditions d'emploi prévisibles conduisent à distinguer plusieurs niveaux d'un même risque, des classes de protection appropriées doivent être prises en compte lors de la conception de l'EPI.» (Union européenne, 1989a)

3.6.1 Approche ergonomique

Pour y arriver, il apparaît que l'approche ergonomique soit une avenue intéressante. En effet, la directive 89/655/CEE (Union européenne, 1989b) recommande que les ÉPI soient conformes, c'est-à-dire efficaces et confortables et qu'ils soient choisis et adaptés en fonction de la nature des tâches sur la base d'une analyse ergonomique du travail.

Le mot *ergonomie* vient du grec *ergon* qui signifie travail. C'est l'«étude scientifique des conditions (psychophysiologiques et socioéconomiques) de travail, de l'adaptation des outils, postes de travail aux utilisateurs, des relations entre l'homme et la machine.» (*Le Petit Robert de la langue française*, 2009).

L'approche ergonomique consiste à analyser l'ensemble des conditions de travail d'un poste ou d'un individu ciblé. Suivre une telle démarche favorise la conformité, technique et humaine, des moyens de prévention retenus. L'évaluation et la sélection des équipements de protection individuelle doit suivre une approche ergonomique pour s'assurer de la validité et de la conformité du choix ou de l'évaluation. L'être humain étant au centre des préoccupations dans la démarche; la protection, l'approvisionnement, le confort physique et le confort psychosocial étant les éléments à analyser suite à une analyse des risques et de l'environnement de travail. En procédant ainsi, la méthodologie de sélection et d'évaluation des ÉPI respecte les principes de l'approche ergonomique et favorise ses chances d'acceptation et de succès.

CHAPITRE 4

MODES D'ÉVALUATION EXISTANTS

L'évaluation et la sélection des ÉPI nécessitent une approche ergonomique qui tient compte de nombreux critères qui ont été détaillés au chapitre 3 en plus d'inclure une analyse approfondie du travail, des risques et de l'environnement. L'évaluation et la sélection des ÉPI a déjà fait l'objet de travaux de recherche. Le chapitre 4 présente quelques-uns de ces travaux et met en évidence leurs forces et certaines de leurs limites.

Tout d'abord, des approches d'évaluation monocritères, par type d'équipement ou des études terrain, amorce le chapitre. Pour les évaluations multicritères, Krawsky et Davillerd ont présenté une revue de la littérature (1997). Consulter les documents originaux a toutefois été très difficile. Malgré des recherches avec du personnel de bibliothèque et au centre de documentation de la CSST, certains documents n'ont pu être retracés. De plus, parmi ceux consultés, certains effleurent à peine le sujet des critères d'évaluation. Les documents abordant la question semblent majoritairement ne pas être répertoriés dans la littérature scientifique enregistrée, il s'agit généralement de rapports techniques découlant de colloque, congrès, conférence ou de travaux privés.

La section 4.1 présente des méthodes d'évaluation qui reposent sur un seul critère d'évaluation. Le tableau 4.3 dresse ensuite le sommaire de la revue de littérature effectuée par Krawsky et Davillerd, ces études seront abordées, commentées et bonifiées aux sections 4.2 (méthodes traitant de l'ensemble des ÉPI) et 4.3 (méthodes ciblant un ÉPI en particulier). La mise à jour de 1997 à 2009 suit à la section 4.4 et un récapitulatif conclut le chapitre à la section 4.5.

4.1 Évaluation monocritère

Un point de départ possible pour la sélection des ÉPI comprend les prescriptions légales, les études, les guides de sélection et les catalogues de fournisseurs. Toutefois, ces références reposent souvent uniquement sur l'efficacité du dispositif de protection, soit ses aspects techniques.

4.1.1 Études par type d'équipement

Certaines normes CSA traitant de la sélection des ÉPI se concentre sur un ou deux critères pour obtenir le choix approprié. C'est le cas de la Z94.1 F05 *Casques de sécurité pour l'industrie: Tenue en service, sélection, entretien et utilisation* axe la sélection des casques de sécurité sur l'efficacité de la protection avec certains aspects de fiabilité (conditionnement à différentes température pour effectuer les tests d'efficacité) (Association canadienne de normalisation, 2005).

C'est également le cas pour des outils proposés par des organismes reconnus sur leur site web. Prenons l'exemple du *Guide pratique de protection respiratoire*, 2e édition de l'IRSST et de la CSST (Lara et Vennes, 2003). Ce document propose une démarche vulgarisée pour la sélection des appareils de protection respiratoire (APR) utilisés en milieu de travail. Il se réfère au *Guide des appareils de protection respiratoire utilisés au Québec*, au RSST et à la norme CSA Z94.4-93 pour de plus amples détails. La première étape de la démarche consiste à identifier les risques, présents ou potentiels, afin de suivre l'organigramme de sélection, illustré à l'annexe IX. Des explications complémentaires sont fournies pour chacun des chiffres de l'organigramme : les indications sont pertinentes, claires et concises. S'en suivent des exemples de sélection de protection respiratoire, une description détaillée accompagnée de la nomenclature des appareils de protection respiratoire, des essais d'ajustement et d'étanchéité à effectuer périodiquement et l'entretien requis des APR. Le guide conclut sur la recommandation d'instaurer un programme de protection respiratoire «précis et structuré comprenant :

- la formation du personnel, l'entretien, l'inspection, le nettoyage et l'évaluation des appareils de protection respiratoire;
- l'utilisation des APR selon les recommandations du fabricant;
- les essais d'ajustement;
- le contrôle environnemental;
- si possible, une évaluation du facteur de protection dans le milieu de travail afin de confirmer le facteur de protection attendu de l'appareil de protection respiratoire utilisé;
- une explication des risques pour la santé.» (Lara et Vennes, 2003)

Une mise en garde rappelle l'obligation de miser sur la prévention intrinsèque lorsque possible avant d'envisager la protection individuelle. Une réflexion sur les coûts est amorcée : l'appareil et les cartouches en regard de la fréquence de changement de ces cartouches. En introduction, on soulève des questions de confort, de résistance respiratoire, de fatigue, de vision, de problème de communication, de facilité de mouvements, de capacité à effectuer le travail et de confiance dans la capacité de protection de l'appareil. Toutefois, aucun de ces points n'est présenté dans l'organigramme de sélection proposé, pas plus que dans les documents à l'origine de ce guide. Il y a une marge entre ces préoccupations, vœux pieux, et l'outil de sélection. Cette démarche se concentre uniquement sur l'efficacité de l'équipement à partir d'un échantillon d'air (type et concentration de contaminant et taux d'oxygène). C'est un bon départ mais ce n'est pas suffisant pour adopter un ÉPI qui tient compte du milieu et de l'utilisateur.

À retenir

Ce type d'outil, axé sur l'efficacité, est essentiel pour l'évaluation des équipements de protection individuelle, mais doit être utilisé dans une démarche plus globale qui tienne compte des facteurs humains, économiques et de l'environnement de travail (risques et conditions de travail).

4.1.2 Étude terrain

L'INRS a publié une étude réalisée dans trois entreprises de traitement de surface *Efficacité et confort des équipements de protection individuelle* (Pringalle, 1998) qui a impliqué six groupes d'intervenants où chacun avait un rôle bien déterminé (présenté au tableau 4.1). Cette étude distingue deux points de vue : celui des préventionnistes de celui des utilisateurs. Cette mise en évidence diffère des autres documents consultés par la distinction du point de vue des préventionnistes. Tant les questions relatives à la réticence au port que celles traitant du choix des protecteurs sont abordés. Il s'agit d'une étude comparative entre les ÉPI utilisés initialement et ceux sélectionnés au cours de l'étude sur la base du meilleur compromis entre l'efficacité et le confort.

Tableau 4.1 Intervenants impliqués et leurs rôles

Tirée de Pringalle (1998, p. 284)

Partenaires	Besoins	Ressources	Rôles
Entreprises : - Chargés de sécurité - Responsables d'atelier - Opérateurs	Support technique en protection individuelle (en vue d'augmenter l'efficacité des protecteurs fournis aux opérateurs et de favoriser leur port en améliorant leur confort)	Situations de travail	*Encadrement :* - interfaces entre les opérateurs et le coordinateur INRS *Opérateurs :* - entretien individuel avec le coordinateur INRS - essai des tenues - compte-rendu oral des essais au coordinateur INRS
Service Prévention CRAM Rhône-Alpes : - Ingénieur-conseil	Support technique en protection individuelle	Connaissance des risques et de la prévention relatifs aux activités de traitement de surface et connaissance des entreprises de la Région Rhône-Alpes	Analyse des risques Contact avec les entreprises
INRS : - Chargée d'étude	Mise en pratique d'une démarche d'amélioration de la protection individuelle	Support technique en protection individuelle	Coordination des différents acteurs Choix technique des nouveaux protecteurs Présentation du bilan de la démarche
Syndicat professionnel CRITT ADTS : - Chargé de mission	Participation à une démarche de prévention avec le service Prévention de la CRAM Rhône-Alpes	Financement	Relation avec les fournisseurs d'EPI

Suite à l'analyse des postes de travail sélectionnés, les opérateurs ont été rencontrés afin de valider les informations recueillies et de classer le degré de satisfaction face aux ÉPI déjà en place (tableau 4.2).

Tableau 4.2 Caractéristiques des ÉPI de départ

Inspirée de Pringalle (1998, p. 286)

Caractéristiques des ÉPI			Action(s) à prendre
Confortable	Performant	Commentaire	
X	X		Aucune modification à envisager
	X		Privilégier les facteurs de confort
X			Prévoir une protection suffisante avec un même niveau de confort ou une légère baisse.
			Satisfaire une protection adéquate avec, si possible, un niveau de confort acceptable
		Aucun ÉPI	Fournir un ÉPI performant et confortable

Les paramètres qui ont été vérifiés, via la consultation des fiches techniques, pour la sélection des ÉPI sont :

- la protection;
- le confort physique – *difficile de l'évaluer a priori avec les fiches techniques*;
- le confort psycho-social.

La protection se qualifie comme étant l'efficacité, c'est-à-dire la capacité à protéger du risque identifié, l'étendue de la protection, son aptitude à assurer la protection des zones exposées ainsi que sa polyvalence, sa capacité à servir à différents postes en assurant un niveau de protection convenable. Ce dernier point a également l'avantage de réduire la gamme d'ÉPI à maintenir en stock, des coûts en moins. Le confort physique se définit comme étant la compatibilité entre l'ÉPI, sa forme, sa coupe, la nature de ses matériaux, et la charge de travail, les déplacements et les mouvements indispensables au travail. Le confort psycho-social limite d'éventuels phénomènes de rejet en accentuant sur l'aspect esthétique, principalement sa couleur et son style.

Pour des essais de longue durée, l'étude propose un complément, soit l'évaluation de l'usure et de la fréquence de renouvellement afin de déterminer les coûts réels d'utilisation annuels plutôt qu'uniquement les coûts unitaires.

Avant de débuter les essais de longue durée sur le terrain, l'information suivante a été remise aux utilisateurs :

- les risques contre lesquels les ÉPI sont conçus;
- les critères nécessitant une attention particulière (efficacité, confort, etc.);
- les modalités de port et d'entretien à respecter;
- le déroulement des essais.

À noter que certains ÉPI sont offerts seuls et d'autres en combinaison pour offrir différentes possibilités de protection face à un même risque. Cette étude a l'avantage de faire largement contribuer les utilisateurs pendant une période de six mois et les principaux intervenants impliqués dans la problématique. Toutefois, plusieurs éléments de cette étude ne sont pas suffisamment détaillés pour déterminer le mode opératoire telle que la manière dont la performance des ÉPI a été déterminée. Bien que les questionnaires et les entrevues puissent fournir de précieuses informations de la part des utilisateurs, certaines mesures auraient pu être prises afin de quantifier certains paramètres et éviter de se retrouver avec des «avis défavorables concernant le confort (qui) ont supplanté le critère d'efficacité» (Pringalle, 1998) en conclusion de cette étude.

À retenir

De l'étude terrain pilotée par Pringalle, les points suivants sont à retenir :

- les essais terrains permettent de déterminer et valider des aspects tels que le confort physique, l'usure et la fréquence de renouvellement qui le sont difficilement autrement;
- les travailleurs doivent être impliqués et formés pour les ÉPI;
- les coûts réels d'utilisation annuels sont préférables au coût d'achat pour connaître les dépenses relatives aux ÉPI;
- la performance (définie comme étant l'efficacité et la fiabilité selon le chapitre 3) prime sur le confort physique et psycho-social.

4.2 Évaluations multicritères – général

Le tableau 4.3 dresse le sommaire de la revue de littérature effectuée par Krawsky et Davillerd. Ces études sont abordées, commentées et mises à jour à la présente section et à la section 4.3 traitant des méthodes ciblant un ÉPI en particulier.

Tableau 4.3 Sommaire de la revue de littérature de Krawsky et Davillerd
Tiré de Krawsky et Davillerd (1997, p. 7)

	ROWLAND (1988) (HSE)	GROS et al. (1990)	CHESTER et al. (1990)	ARTEAU et GIGUÈRE (1992)	BAEZA (1996)
Hiérarchie de critères pour les ÉPI	-Acceptabilité - Confort - Performance contre les impacts et les dégradations	- Performance d'efficacité - Caractéristiques de confort - Durabilité	-Acceptabilité - Confort - Durabilité	- Efficacité - Fiabilité - Confort	- Efficacité (et durabilité) - Absence de gêne au travail - Confort et compatibilité avec d'autres ÉPI - Entretien correct
Commentaires	Critères adoptés, notamment, pour des casques de protection	L'ordre des critères efficacité et confort est permutable bien qu'on juge ces critères souvent antagonistes	Recherche d'adaptation de protecteurs combinés, à rendre acceptables et compatibles avec différentes tâches	Critères inspirés de l'annexe II de la Directive Européenne 89/686/CEE sur les exigences essentielles des ÉPI	Critères inspirés de la loi du 31 décembre 1991 (France)

4.2.1 Gros et al. (1989-1990)

Un rappel du cadre juridique français de la prévention en vigueur en 1989, avant la Directive Européenne 89/686/CEE (déposée le 21 décembre de la même année), introduit l'évaluation des ÉPI. « La loi codifiée du 23 décembre 1982 relative aux comités d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail, fixe les attributions de cette structure interne de prévention chargée essentiellement de détecter les situations de risques et d'entériner les mesures de prévention à prendre pour empêcher les maladies ou les accidents professionnels.» (Gros, 1989) La méthode d'analyse prônée pour l'analyse de risques est l'arbre des causes; sa mise en œuvre a posteriori évite la survenue d'accidents ayant les mêmes causes. Parmi les trois catégories de risques : physiques, chimiques et biologiques, la meilleure alternative pour contrer ces risques demeure l'élimination à la source. S'en suivent la protection collective et la protection individuelle en dernière position.

Quatre domaines de risques sont définis :

I ➔ **individu**, en tant qu'être physique et psychique, un travailleur;

T ➔ **tâche**, celle permettant d'atteindre un objectif de production;

Ma ➔ **moyens**, autant techniques, matériels que les matières;

Mi ➔ **milieu**, ambiance physique et morale de l'environnement de travail.

Ce sont les interactions entre ces domaines qui créent les conditions favorables à la survenue d'un accident.

> «Il est fondamental de distinguer deux catégories de protecteurs individuels selon leur destination :
> 1 – ceux qui sont portés en permanence, ou pendant de longues durées, sont conçus en donnant une prépondérance aux critères d'acceptabilité
> 2 – ceux qui sont portés lors d'interventions brèves ou d'opérations de sauvetage sont conçus en donnant priorité aux critères de protection.» (Gros, 1989)

Ceux de la deuxième catégorie sont utilisés en ambiance hostile, voire catastrophique pour la survie de l'homme, tels que les astronautes, les plongeurs professionnels et les pompiers. De plus, les situations d'urgence, telles que les catastrophes naturelles, requièrent généralement l'implantation rapide de mesures de sécurité. Les risques ne sont pas nécessairement connus ou identifiables clairement dès le départ. Une sélection adéquate doit tout de même être assurée, la planification et l'organisation sont alors essentielles pour effectuer cette sélection.

La protection que procurent les ÉPI peut être de type autonome, l'ÉPI remplit alors ses fonctions dès le port et l'usage correct, tandis que d'autres requièrent un système de liaison comme le point d'ancrage pour les harnais ou le système d'alimentation en air pour les APR.

La conception des ÉPI résulte du meilleur compromis possible entre les exigences liées à la fonction et celles liées à l'acceptabilité et au confort de l'utilisateur. La fonction est liée aux exigences essentielles et aux obligations de résultats (efficacité des performances), elle tient compte de la nature des risques encourus et du niveau de risque pratiquement raisonnable. La disponibilité (tableau 4.4) et le confort sont tout aussi importants puisqu'ils contribuent à l'efficacité réelle des protecteurs en assurant un port effectif. On cherche ainsi à minimiser les contraintes physiologiques, les gênes dues aux limitations de mouvement et à la restriction de l'autonomie de l'opérateur. De plus, des critères d'adaptation à la morphologie et à l'anthropométrie, la masse, la souplesse, la facilité à revêtir et retirer l'ÉPI contribuent au confort de l'utilisateur. La durabilité, les aptitudes au nettoyage, à la désinfection, aux réparations ainsi que l'interchangeabilité et la disponibilité des pièces de remplacement pour les zones particulièrement affectées de l'ÉPI sont des éléments à prendre en considération. Finalement, l'adaptation possible aux morphologies particulières (ex. : handicap) complète les critères énoncés par Gros et al.

Tableau 4.4 Indication concernant la disponibilité d'ÉPI pour différents risques

Tiré de Gros (1989, p. 57)

			TÊTE						MEMBRE SUP		MEMBRE INF		DIVERS				
			Crâne	Oreille	Yeux	Voies respiratoires	Visage	Tête entière	Main	Bras (parties)	Pied	Jambe (parties)	Peau	Tronc et abdomen	Voie parentérale	Corps entier	
PHYSIQUE	mécanique	Chute de hauteur														10	
		Chocs - coups - impacts - compression	1		3		3		5	5	6	6/10		8			
		Piqûres - coupures - abrasion	1				3		5	5	6	6/10		8		10	
		Vibrations							5		6						
		Glissades - Chutes à niveau														6/10	
	thermique	Chaleurs - flammes	1		3		3/4		5	5/10	6	6/10		8/10			1,3,5,6,8,10
		Froid	1				1		5	5/10	6	6/10		10			
	ÉLECTRIQUES		1				3		5	5/10	6	6/10		10			
	radiation	Non-ionisantes			3		3		5	10				10			
		Ionisantes				4	4		5	10	6	6/10		10			
	BRUIT			2													
CHIMIQUES	aérosols	Poussières - Fibres				4						10		10			1,3,4,5,6,8,10
		Fumées				4						10		10			
		Brouillards				4						10		10			
	liquides	Immersions				4			5	10	6	6/10		10			
		Éclaboussements - projections			3	4	4		5	10	6	6/10		8/10			
	GAZ - VAPEURS				3	4	4										
BIOLOGIQUES		Bactéries pathogènes				4			5	10	6	10		10			
		Virus pathogènes				4			5	10	6	10		10			
		Champignons producteurs de mycose				4			5	10	6	10		10			
		Antigènes biologiques non-microbiens				4			5	10	6	10		10			

Légende

(1) Casque
(2) Casque antibruit
(3) Protecteur oculaire
(4) Cagoule et appareil respiratoire
(5) Gants
(6) Chaussures, bottes
(8) Vêtement, tablier
(10) Combinaison, scaphandre

Les sources d'information sur les ÉPI proposées sont les normes, le répertoire de fournisseurs de l'INRS (incluant un sommaire de la réglementation et des normes), ainsi que les notices d'emploi du fournisseur. «L'ensemble de ces critères est explicité dans les normes nationales, européennes ou internationales qui constituent ainsi des aide-mémoire pour la conception et le choix des protecteurs et contribuent à l'amélioration de la qualité des protecteurs individuels» (Gros, 1989)

Une piste de généralisation est lancée : «de l'ensemble des propriétés essentielles communes à tous les protecteurs, générales communes à plusieurs d'entre eux ou particulière à tel ou tel d'entre eux» (Gros, 1989). De plus, les classes de protecteurs doivent être fonction du niveau d'exigences que représente la situation où l'ÉPI est utilisé : ce n'est pas la plus grande protection qui est la meilleure, mais la combinaison d'une protection adéquate et d'un port effectif. Comme l'indique l'article 1.1.2.1 de la Directive Européenne, l'ÉPI à retenir est celui dont la conception n'engendre pas de contraintes qui limiteraient son utilisation réelle ou l'accomplissement des tâches à effectuer.

À retenir

Des travaux de Gros et al., les points suivants sont à retenir :

- l'élimination à la source demeure la meilleure alternative de prévention;
- la réglementation, les normes et les fournisseurs constituent des sources d'information pour le détail des critères de sélection des ÉPI;
- deux types d'utilisation des ÉPI sont à considérer : le milieu hostile et le port de longue durée;
- la disponibilité, les performances de protection (efficacité) et le confort sont tout aussi importants les un que les autres.

4.2.2 Dufumier (1992)

Malgré le fait que le document original n'est plus accessible[1], la représentation de Dufumier, illustrée à la figure 4.1, résume les exigences requises des ÉPI.

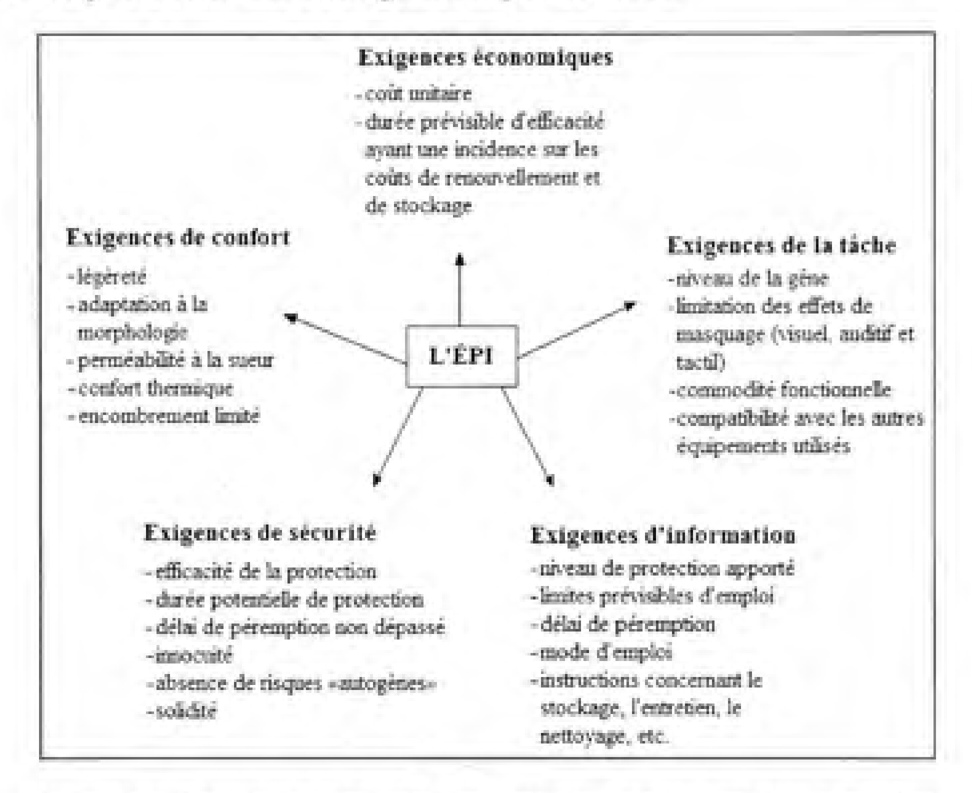


Figure 4.1 Représentation schématique des qualités exigées d'un ÉPI.
Tirée de Dufumier (Krawsky et Davillerd, 1997, p. 37)

À retenir

Du schéma de Dufumier, les points suivants sont à retenir :

- le contexte d'utilisation doit être connu (exigences de la tâche);
- les travailleurs doivent être renseignés sur leurs ÉPI (exigences d'information);
- les coûts englobent le coût unitaire, celui de renouvellement et de stockage (exigences de coûts);
- l'ÉPI doit s'adapter aux travailleurs (exigences de confort);
- l'ÉPI doit protéger, durer et ne pas générer de nouveaux risques (exigences de sécurité).

[1] Après communication avec M. Dominique Dufumier, auteur du mémoire, il n'en n'a pas conservé de copie, pas plus que le Conservatoire National des Arts et Métiers où le mémoire a été déposé. L'INRS qui a cité le document n'a également pas conservé le document (Krawsky et Davillerd, 1997).

4.2.3 Baeza (1996)

Ce médecin du travail expose la problématique de sélection d'ÉPI appropriés. Le contexte légal est rappelé sommairement. Le marquage CE indique que l'ÉPI est conforme aux Directives Européennes, il ne garantit pas qu'il est approprié aux risques spécifiques. Les ÉPI sont une solution de dernier recours si aucun des huit principes généraux de prévention précédant édictés dans la Loi du 31 décembre 1991 n'a été suffisant (France).

Il existe des contre-indications d'ordre médical au port d'ÉPI telle que la claustrophobie sévère et le port d'APR isolant, seul le médecin du travail peut se prononcer. L'implication du travailleur au processus de sélection des ÉPI est souhaitable, toutefois, la meilleure alternative demeure un apprentissage intégré du travail, c'est-à-dire avec les ÉPI dès le départ.

Le médecin du travail doit proposer le meilleur compromis possible entre les intérêts de l'employeur, des salariés et la santé sécurité de ces derniers. À partir des éléments physiologiques, morphologiques et psychologiques, le médecin du travail doit chercher à maximiser la protection et l'efficacité tout en tenant compte des compatibilités. De plus, il doit veiller à ce que l'ÉPI soit adapté à la situation à risque et au salarié. Il sera d'autant plus exigeant pour les ÉPI complexes tels que les APR et les ÉPI antichute. De son côté, l'employeur a la responsabilité d'offrir les ÉPI ($), de les faire porter et de veiller à l'entretien et au remplacement. Le salarié doit porter les ÉPI, idéalement, sans éprouver de gêne en effectuant ses tâches. Il désire un ÉPI confortable, peu encombrant, qui lui laisse une bonne liberté de mouvement, il ne veut pas être «freiné dans son rythme de travail» (Baeza, 1996). De plus, il a certaines exigences esthétiques, la peur du ridicule ou du rejet le préoccupe.

«Assurer une veille en matière de nouvelles technologies, de nouveaux matériaux, de nouveaux appareils dont l'introduction dans l'entreprise permettrait de réduire le risque, mieux de le supprimer, ne rendant plus nécessaires les ÉPI, qui restent toujours le dernier compromis en matière de prévention» (Baeza, 1996)

À retenir

De l'étude de Baeza, les points suivants sont à retenir :

- analyser les risques et les conditions individuelles sont des étapes préalables à la sélection des ÉPI;
- éliminer à la source demeure la meilleure alternative de prévention;
- impliquer les travailleurs dans le processus de sélection des ÉPI;
- choisir les ÉPI en maximisant la protection tout en tenant compte du confort (physiologiques, morphologiques et psychologiques)
- assurer une veille technologique (nouvelles technologies, procédés, matériaux, etc.) permet de s'assurer de fournir aux travailleurs le meilleur moyen de protection, les ÉPI étant une solution de dernier recours.

4.3 Évaluations multicritères – ÉPI ciblé

4.3.1 Rowland (1988)

Suite au nombre important d'accidents impliquant des blessures à la tête et où les travailleurs ne portaient pas nécessairement leur casque de protection, Rowland s'est penché sur l'acceptabilité de ce protecteur par les utilisateurs. Le confort, la résistance à l'impact et la dégradation mécanique sont les facteurs importants énoncés.

En 1979, un rapport du *Construction Industry Advisor Committee* recommandait à la *Health and Safety Commission* (HSC) le port des casques de protection pour toute personne, visiteurs ou travailleurs, circulant sur un chantier de construction (HSC 1979). En parallèle à ce rapport, les sondages indiquaient que seule une faible proportion des travailleurs avait recours aux casques de protection. Cette faible utilisation a été en partie attribuée à l'acceptabilité du protecteur et au respect du confort de l'utilisateur. Les raisons évoquées ont été groupées selon les quatre catégories suivantes :

1) Croyance que la protection n'est pas adaptée au travail à effectuer (la plus importante);
2) Interférences avec le travail (ex. : vision obstruée, mouvements limités, etc.);
3) Niveau de confort raisonnable;
4) Disponibilité, système d'information et d'encadrement assurant le port (Rowland, 1988).

Pour vérifier le confort, différents facteurs ont été identifiés, en particulier les caractéristiques de l'arceau, la dissipation de chaleur et la réduction du poids et du volume. De plus, pour l'acceptation des casques, la nécessité d'informer sur l'étendue des risques et la portée de la prévention guident les stratégies de recherches futures. À noter que différents types de casque sont requis pour les différents types de travailleurs; ceux travaillant en espace restreint n'ont pas les mêmes besoins que ceux travaillant à l'extérieur. Un même casque ne peut pas nécessairement convenir aux multiples situations industrielles.

« La fonction des casques de protection est de prévenir les dommages à la tête engendrés par la chute d'objet» (Rowland, 1988). Les performances contre les impacts déterminent donc l'efficacité du casque. Toutefois, très souvent, les casques doivent protéger également contre l'abrasion et la pénétration par des objets pointus. La norme, *British Standard 5240-1987 : General Industrial Safety Helmets*, ne vérifiait les casques que par des tests d'impact; certains aspects de l'efficacité sont donc négligés. La norme actuelle, qui lui a succédé en 1995, la BS EN 397, a intégré des tests de résistance à la pénétration et de vieillissement, mais rien n'est indiqué à propos de l'abrasion (Standards direct).

Les plastiques formant la partie visible du casque se dégradent au contact de l'atmosphère, de la pollution, de la température, de la pluie et surtout des radiations solaires (en particulier les UVB). Cette dégradation affecte l'efficacité, deux mesures alternatives sont donc à prendre : effectuer les tests d'efficacité avec des casques à divers stades de dégradation ou opter pour des matériaux plus résistants.

À retenir

De l'étude de Rowland, les points suivants sont à retenir :

- l'ÉPI doit être adapté aux conditions de travail;
- les raisons de non-port citées : inconfort, manque d'information, accessibilité, interférences avec le travail;
- la fiabilité est tout aussi importante que l'efficacité, des essais pour les différentes conditions prévisibles d'emploi doivent être effectués (fiabilité).

4.3.2 Chester et al. (1990)

Un groupe de travail associé à l'organisation des Nations Unies, le GIFAP-FAO, dirigé par Chester, a effectué une évaluation terrain auprès de travailleurs agricoles en charge de l'épandage de pesticides en Thaïlande, un milieu chaud et humide (Chester *et al.*, 1990). L'évaluation a porté principalement sur les vêtements de protection (pièce principale de la protection requise en permanence) ainsi que sur les gants de travail et l'écran facial. Le tout a été réalisé en trois étapes sur l'ensemble des protecteurs requis. Le tableau 4.5 présente ces étapes ainsi que les critères qui ont prédominé dans chacune de ces phases d'évaluation des ÉPI.

Tableau 4.5 Résumé des étapes d'évaluation par Chester et al.

Étapes	**Critères**
Analyse théorique	Coûts, disponibilité, protection
Pré-étude	Confort, acceptabilité, efficience de la protection
Étude principale	Usure, perméation (efficacité), confort

L'analyse théorique de départ a inclu les aspects propres au climat local, au type de travail à effectuer et à l'agent contaminant (pesticides, organophosphorus insecticide methamidophos). Suite à cette analyse de départ, trois types de vêtements de protection ont été sélectionnés (matériaux de différentes natures, Kleenguard®, Tyvex® et coton), un type de gants et un écran facial. Cette sélection s'est basée principalement sur les coûts et la disponibilité de ces équipements pour les travailleurs et sur les caractéristiques de protection connues.

La pré-étude avait pour but de recueillir les premières impressions des travailleurs quant à leur confort et leur acceptabilité ainsi que l'efficacité réelle de la protection face au contaminant. D'une durée de trois jours, elle a entraîné le rejet d'un type de vêtement de protection en Tyvex®, étant donné le haut taux d'insatisfaction des travailleurs (confort et acceptabilité) malgré le fait que sa protection était meilleure.

L'étude principale s'est donc concentrée sur les deux vêtements de protection restant, à base de Kleenguard® et de coton. Des tests de perméation ont été réalisés afin de vérifier l'efficacité. Ces tests ont été répétés pour valider l'efficacité dans le temps, suite à l'usure du vêtement. L'usure des vêtements a fait l'objet d'observations suite au nettoyage quotidien. Des accrocs et des signes d'usure ont davantage été rapportés pour les vêtements à base de Kleenguard®. Les vêtements de coton n'ont présenté que très peu de signes visibles d'usure aux épaules et dans le bas du dos. Les résultats des tests de perméation ont démontré une efficacité supérieure statistiquement significative des vêtements de coton par rapport aux vêtements de Kleenguard®. De plus, l'efficacité du coton s'est maintenue à long terme.

En conclusion, les auteurs proposent les vêtements de coton et recommandent l'investigation des différentes propriétés du coton (ex. : variation de l'épaisseur, du poids, du tissage) ainsi que la conception du vêtement en soi, tels que sa coupe et son ajustement.

À retenir

De l'étude de Chester et al., les points suivants sont à retenir :

- l'ensemble des critères ne sont pas évalués simultanément (tableau 4.5);
- l'analyse des conditions de travail précède la sélection des ÉPI;
- le confort peut primer sur la performance.

4.3.3 Arteau et Giguère (1985-1993)

Trois critères généraux sont énoncés pour l'évaluation des ÉPI : efficacité, fiabilité et confort. Ces critères sont très similaires à ceux énoncés dans le Directive Européenne 89/868/CEE, un parallèle est même présenté au tableau 4.6. L'efficacité est défini comme étant «la réalisation des fonctions pour lesquelles un ÉPI est conçu sans nuire à l'intégrité physique, à la santé ou à la sécurité de l'utilisateur» (Arteau et Giguère, 1993). La fiabilité se traduit comme étant l'efficacité du protecteur peu importent les aléas relatifs aux conditions de travail, à l'environnement de travail, aux facteurs humains et à l'usure. Le confort est primordial pour favoriser le port et le respect de l'utilisateur. D'autant plus que, tel que souligné par les auteurs, la raison d'être de l'ÉPI (protéger), ne survient que lors d'un accident, fait relativement peu probable. Toutefois, il est mentionné qu'il y a antagonisme entre les critères d'efficacité et de confort.

Les auteurs soulèvent les nombreuses contraintes à l'évaluation des ÉPI. La principale difficulté concerne les lacunes des modèles d'interactions équipement-homme. De plus, côté éthique, les essais destructifs sont impensables sur l'être humain. Une autre contrainte importante est celle de la variabilité, par exemple celle : en intensité des agresseurs, des conditions environnementales, de l'anthropométrie et des postures. Par exemple, chacun des essais proposés au tableau 4.7 donne une réponse partielle à l'évaluation d'un harnais antichute. Tous les essais doivent être jugés acceptables, un seul jugé non-acceptable entraine le rejet de l'équipement. L'ensemble des essais ont été réalisés en laboratoire (dont des simulations d'activités de travail) avec des torses rigides, des mannequins articulés ou des travailleurs (tout dépendant de l'essai) (Arteau et Giguère, 1991). Les essais ont parfois été basés sur des normes lorsqu'elles étaient existantes.

Tableau 4.6 Critères en vertu de la Directive Européenne 89/686/CEE

Tiré de Arteau et Giguère (1993, p. 341)

Critères (Arteau et Giguère)	**Directive Européenne 89/686/CEE**
Efficacité	1.1.1 **Ergonomie** Les EPI doivent être conçus et fabriqués de façon telle que, dans les conditions d'emploi prévisibles auxquelles ils sont destinés, l'utilisateur puisse déployer normalement l'activité l'exposant à des risques, tout en disposant d'une protection de type approprié et d'un niveau aussi élevé que possible. 1.2.1 **Absence de risques et autres facteurs de nuisance «autogènes»** Les EPI doivent être conçus et fabriqués de façon à ne pas engendrer de risques et autres facteurs de nuisance, dans les conditions prévisibles d'emploi.
Fiabilité quelles que soient les conditions de travail, environnementales et l'usure. quels que soient les facteurs humains.	1.3.2 **Légèreté et solidité de construction** Les EPI doivent être aussi légers que possible, sans préjudice de leur solidité de construction ni de leur efficacité. Outre les exigences supplémentaires spécifiques, visées au point 3, auxquelles les EPI doivent satisfaire en vue d'assurer une protection efficace contre les risques à prévenir, ils doivent posséder une résistance suffisante contre les effets des facteurs d'ambiance inhérents aux conditions prévisibles d'emploi. 1.3.1 **Adaptation des EPI à la morphologie de l'utilisateur** Les EPI doivent être conçus et fabriqués de façon telle qu'ils puissent être placés aussi aisément que possible sur l'utilisateur dans la position appropriée et s'y maintenir pendant la durée nécessaire prévisible du port, compte tenu des facteurs d'ambiance, des gestes à accomplir et des postures à prendre. Pour ce faire, les EPI doivent pouvoir s'adapter au mieux à la morphologie de l'utilisateur, par tout moyen approprié, tel que des systèmes de réglage et de fixation adéquats, ou une variété suffisante de tailles et pointures.
Confort	1.1.1 **Ergonomie** Les EPI doivent être conçus et fabriqués de façon telle que, dans les conditions d'emploi prévisibles auxquelles ils sont destinés, l'utilisateur puisse déployer normalement l'activité l'exposant à des risques, tout en disposant d'une protection de type approprié et d'un niveau aussi élevé que possible. 1.2.1.3 **Entraves maximales admissibles pour l'utilisateur** Les EPI doivent s'opposer le moins possible aux gestes à accomplir, aux postures à prendre et à la perception des sens. En outre, ils ne doivent pas être à l'origine de gestes qui mettent l'utilisateur ou d'autres personnes en danger.

Tableau 4.7 Critères et essais pour les harnais antichute

Tiré de Arteau et Giguère (1993, p. 343)

	Chute libre		**Essais**	**ESSAIS AVEC DES HUMAINS**		
	Mannequin articulé	Torse rigide	**de traction statique**	Soulèvement avec ou sans tonus	Suspension statique	Exercices et simulation de travail
Efficacité						
Maintien du corps	P	P	nap	?	P	nap
Intégrité physique	P	nap	nap	P		nap
Fiabilité						
Variations dans les conditions d'utilisation	?	nap	nap	P	P	nap
Tolérance de défaillances mineures	P	nap	nap	P	P	nap
Durée de vie	nap	P	P	nap	nap	nap
Confort						
durant le travail	nap	nap	nap	nap	nap	
durant la suspension	nap	nap	nap	nap	T	nap

P : l'essai vérifie partiellement le critère
T : l'essai vérifie complètement le critère
? : possibilité non vérifiée
nap : ne s'applique pas

À retenir

De l'étude de Arteau et Giguère, les points suivants sont à retenir :

- l'évaluation des ÉPI doit reposer sur plusieurs critères;
- les conflits entre les critères d'efficacité et de confort;
- l'ensemble des critères doit être évalué et obtenir un niveau acceptable pour que l'ÉPI soit jugé acceptable;
- le recours aux simulations peut s'avérer nécessaire pour des questions d'éthique.

4.4 Évaluations multicritères – secteur d'activités précis

Malgré les améliorations observées sur le terrain, l'évolution de la réglementation, des normes, de la certification et de l'obligation du port en cas de risque résiduel, les préventeurs observent encore souvent le non-respect des consignes de sécurité et de réticences au port régulier des ÉPI. Pour tenter d'élucider ces observations, l'INRS a effectué une série d'enquêtes sur les équipements de protection individuelle dans différents secteurs d'activités:

1) Les activités de bucheronnage (Davillerd, 2002a, pp., NS210);
2) Les activités d'élagage (Davillerd, 2002b, pp., NS211);
3) Les métiers du cheval (Davillerd, 2002c, pp., NS212);
4) L'utilisation de produits phytosanitaires (Davillerd, 2002d, pp., NS213);
5) Une usine métallurgique (Davillerd, 2002e, pp., NS214);
6) Un centre hospitalier (Davillerd, 2002f, pp., NS215).

La même approche a été suivie pour fin de comparaison entre ces six secteurs. Les caractéristiques de la population de travailleurs ont tout d'abord été observées. Ensuite, Davillerd a déterminé en quoi consistaient les tâches et les risques associés. Les différents modes de prévention et la protection possible ont été examinés. Finalement, les ÉPI utilisés, la gestion qui en est faite et les accidents en regard des ÉPI complètent les différentes études. La figure 4.2 illustre cette procédure de recherche, seuls les types ÉPI variaient selon les besoins du secteur observé.

Caractéristiques générales de la population interrogée

La tâche et les risques
- Les activités rencontrées
- Les risques perçus au cours du travail normal
- La prise de conscience de ces risques
- Des facteurs aggravants

Prévention et protection possibles
- La protection collective
- La protection individuelle
- Cette sécurité que l'on invente
- Organisation du travail, travail en équipe : rapport à la prévention
- Le profil des porteurs / non porteurs d'EPI
- La sécurité reposerait avant tout sur

Les équipements de protection individuelle
- Le casque
- L'écran facial
- Les lunettes
- L'anti-bruit
- Le masque
- Le vêtement
- Les gants
- Les chaussures
- Les bottes
- Harnais, cordes
- Equipements combinés
- Obligation ou conviction
- Le temps de mettre sa protection
- Le fait de se protéger

La gestion des EPI
- Fourniture et achat des équipements
- Formation, essais préalables à l'utilisation
- Information à l'achat
- Le marquage d'informations
- La durée préconisée d'utilisation
- Contrôle, entretien, stockage

Les accidents et l'EPI
- Les accidents
- Les risques pervers
- La peur de l'accident ou de la maladie
- Priorité : travail à faire ou sécurité

Figure 4.2 Sommaire de la structure de recherche suivie.
Tirée de Davillerd (2002a, p. 2)

La collecte de données et d'information s'est réalisée via «une combinaison d'entretiens semi-directifs, d'observations sur le terrain et de confrontations avec les avis des préventeurs» (Davillerd, 2002a; 2002b; 2002c; 2002d). Les entrevues avec les travailleurs, d'une durée variant d'une heure à une heure et demie, ont toujours été faites individuellement et sur le terrain, sauf dans les cas où les conditions climatiques ne s'y prêtaient pas. Par la même occasion, un travail d'information et de sensibilisation sur la SST et les ÉPI a été fait auprès des participants. La figure 4.3 présente le contenu des entretiens effectués.

- La tâche et les risques : à partir de la description de la tâche effectuée, on aborde tout d'abord la perception des risques présents au cours d'un travail habituel. Puis ceux plus spécifiques, pouvant survenir dans des conditions particulières. Ainsi que les modalités de prise de conscience de ces risques par l'opérateur.
- La prévention et les protections possibles : Une approche très générale des différentes formes de protections mises à disposition, afin d'en appréhender leur intérêt respectif et leurs limites perçues. On essaie aussi ici de dégager un "profil" des personnes qui seraient les plus enclines à se protéger dans la branche d'activité.
- Les équipements de protection individuelle, partie la plus importante du questionnement : tous les EPI y sont évoqués : casque, visières, lunettes, antibruit, masque, vêtements, gants, chaussures, bottes, harnais, cordes,... Le répondant se situe sur une échelle en quatre points, selon différents critères : fréquence de port effectif, confort ressenti, gêne éventuelle dans la réalisation du travail, efficacité supposée. (La déclaration faite par la personne interrogée au sujet de l'estimation de la fréquence de port, par exemple, aura ici beaucoup plus d'intérêt et de validité qu'une observation instantanée sur le terrain, alors que notre visite est annoncée de longue date...). Puis leur adéquation, tout comme leur inadéquation notoire à certains travaux. Le problème particulier de l'utilisation concomitante de plusieurs EPI sera ici également abordé, ainsi que les motivations de l'opérateur, replacées dans le contexte des contraintes qu'il peut avoir à subir.
- La gestion des EPI : manière de se procurer ces équipements (fréquence et critères de fourniture), période préalable à l'utilisation (formation, essais comparatifs, possibilité de choix), information donnée avec l'EPI (forme, perception, compréhension, respect), maintenance et stockage, durée de vie moyenne de l'équipement et raisons conduisant à son renouvellement.
- Le rapport perçu entre la protection individuelle et les accidents, au travers notamment d'une analyse rapide avec l'intéressé des accidents survenus.

Figure 4.3 Contenu des entrevues individuelles.

Tirée de Davillerd (2002a, p. 5)

À retenir

Des études de Davillerd, les points suivants sont à retenir :

- l'analyse des risques et des conditions de travail précèdent la sélection des ÉPI;
- l'organisation du travail permet d'éviter le rejet de certains ÉPI (réduire la durée d'exposition au risque, donc de port de l'ÉPI);
- la formation des travailleurs est un facteur prépondérant sur le taux de port effectif;
- l'aspect approvisionnement affecte le port effectif.

4.5 Récapitulatif

D'autres évaluations multicritères ont été réalisées par les auteurs présentés précédemment tel que (Arteau *et al.*, 2007) concernant les élagueurs. Toutefois, l'approche utilisée n'apporte pas d'information supplémentaire en regard de l'évaluation de l'ensemble des ÉPI. Étant donné la synthèse de certains articles présentés, il est difficile d'apprécier l'ampleur des

travaux de recherche réalisés dans leur ensemble. À partir des informations recueillies, la proposition de méthodologie d'analyse des ÉPI sera présentée et détaillée au chapitre 5.

Voici les constats tirés des méthodes d'évaluation présentées précédemment :

1) Les ÉPI sont la solution à utiliser en dernier recours, pour les risques résiduels, lorsque la prévention intrinsèque et la protection collective n'ont pas été suffisantes.
2) La sélection ÉPI s'imbrique dans un processus de prévention où une analyse du travail et une analyse des risques sont préalables.
3) La participation des travailleurs à la démarche est un élément incontournable, de plus, ils doivent être renseignés sur leurs ÉPI (fonctionnement, entretien et limites) et les risques auxquels ils s'exposent.
4) Les obligations légales et les normes sont abordées par plusieurs études; la réglementation, les normes, les guides web et les fournisseurs constituent des sources d'information pour le détail des critères de sélection des ÉPI.
5) L'évaluation des critères se fait par entretien(s) avec les utilisateurs ou avec des essais en laboratoire (parfois simulations de travail) avec cueillette des opinions des travailleurs.
6) Les critères peuvent être évalués à différentes étapes du processus d'évaluation-sélection tel que proposé par.
7) L'évaluation doit reposer sur plusieurs critères (présentés au chapitre 3), un seul ''échec'' peut entrainer le rejet de l'ÉPI. L'ensemble des critères a un poids, le minimum acceptable reste à définir. Bien que le rôle premier d'un ÉPI soit de protéger (critères d'efficacité et de fiabilité), il doit être porté (critères d'acceptabilité – confort physique et psychosocial) et être disponible (critères liés à l'approvisionnement) pour jouer son rôle.
8) La notion de compromis à réaliser entre les critères pour obtenir l'ÉPI le plus approprié, qui ne sera pas nécessairement l'ÉPI idéal, de plus, les critères sont parfois antagonistes.
9) Le fait d'assurer une veille technologique (nouvelles technologies, procédés, matériaux, etc.) permet de s'assurer de fournir aux travailleurs le meilleur moyen de protection.
10) La possibilité de modifier l'organisation du travail pour palier à l'absence d'ÉPI parfait.

CHAPITRE 5

PROPOSITION DE MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE D'ÉVALUATION DES ÉPI

Il est important de comprendre que l'évaluation des équipements de protection individuelle ne peut se faire seule. Le contexte d'utilisation doit être connu; l'évaluation des ÉPI s'imbrique alors dans la saine gestion de la santé et sécurité au travail via les mesures de prévention.

La figure 5.1 illustre le processus d'évaluation et de sélection proposé dans son ensemble. Cette structure et son arrangement donnent à la méthodologie proposée son côté innovateur. En effet, chaque étape est déjà connue et appliquée, toutefois, cette combinaison assure le succès de l'évaluation et de la sélection des ÉPI en tenant comptent de la globalité de la problématique. Chaque étape, illustrée par un bloc, est essentielle au succès de la méthode; des retours aux étapes précédentes sont même nécessaires puisqu'il s'agit d'un processus itératif. La hiérarchie de l'encadré supérieur (solutions possibles) fait partie de la démarche de prévention prônée par la LSST et de nombreux auteurs (Arteau et Giguère, 1993; Baeza, 1996; CRAMIF, 2004; CSST, 2004; Gouvernement du Québec, à jour au 14 mai 2009; Krawsky et Davillerd, 1997; Pérusse, 1995; Pringalle, 1998; Union européenne, 1989a; WorkSafeBC, 2009). La section 2.3.2 *Évaluation des risques* présente l'étape préliminaire à toutes les démarches de prévention, soit l'évaluation des risques. La section 1.3 *Contexte légal* aborde la question de la réglementation en vigueur et des normes et la section 2.3.1 *Évaluation du travail et de son environnement* traite de l'analyse des conditions d'utilisation : la dépense énergétique, les conditions climatiques et les tâches à effectuer. L'analyse des conditions d'utilisation inclut le contexte d'utilisation PESTE (section 1.5). À noter que l'analyse des risques et l'analyse des conditions d'utilisation peuvent être réalisées simultanément. Le chapitre 5 s'attarde davantage aux étapes qui ont un lien direct avec l'ÉPI, soit la présélection des ÉPI (5.1), les essais préliminaires (5.2), les essais terrain (5.3) ainsi que le bilan et suivi (5.4). Ces étapes seront détaillées aux sections indiquées entre parenthèses. L'implantation des ÉPI sélectionnés peut être réalisée suite aux essais terrain.

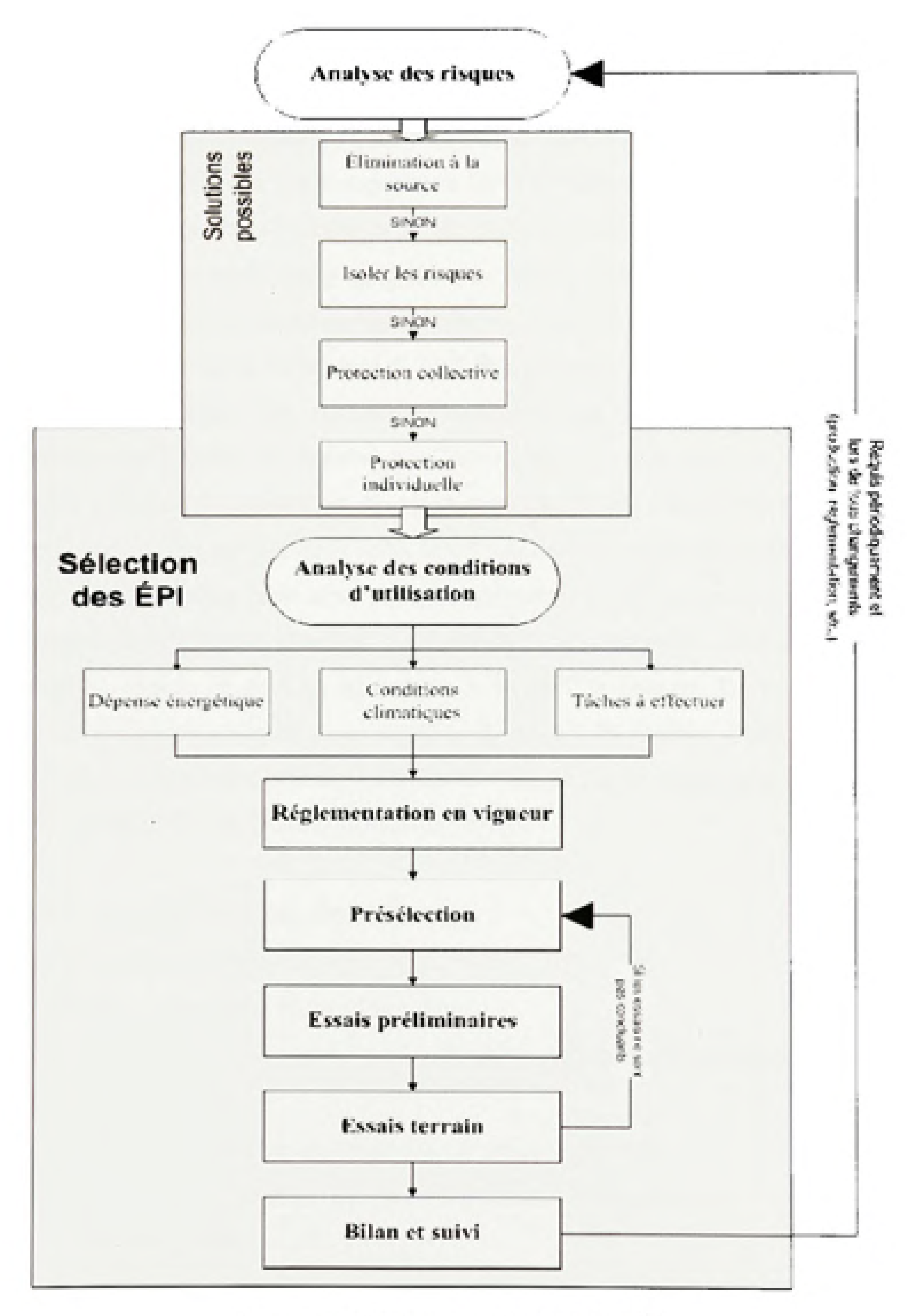


Figure 5.1 Schéma de sélection des ÉPI.

5.1 Présélection

En fonction des risques résiduels et des obligations légales de port, une première sélection d'ÉPI peut être réalisée. La fonction première des ÉPI étant d'assurer une protection contre un ou plusieurs risques donnés, cette première sélection doit être réalisée en fonction de ces risques. L'intensité du phénomène dangereux, la protection requise, la durée de port prévue ainsi que les conditions d'utilisation (tâches, climat, métabolisme) permettent de mieux cibler l'équipement requis ou la combinaison d'ÉPI souhaitables. Plusieurs alternatives sont à considérer à cette étape pour convenir à l'ensemble des utilisateurs futurs. Les critères d'évaluation sont vérifiés de manière plus théorique à ce stade lorsque l'information est disponible. Les guides de sélection des organismes œuvrant en SST (IRSST, INRS, SUVA, HSE, etc.), les catalogues de fournisseurs, leurs représentants ainsi que les salons spécialisés procurent des indications pour cette première sélection. Parmi ces salons, il y a le *Grand Rendez-vous* de la CSST à Montréal, le *National Safety Congress* aux États-Unis, l'*Expo protection* en France, le *A+A* en Allemagne et le *IAPA* à Toronto. De plus, le portail du Réseau de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec (RRSSTQ) offre une procédure pour retracer les produits certifiés en vertu de divers organismes (CSA, AFNOR, SEI, UL, ONGC, FDA et NIOSH) (RRSSTQ, 2008).

Les critères à privilégier lors de cette étape sont :

- la performance de l'ÉPI :
  - l'efficacité face aux risques identifiés;
  - la fiabilité, soit l'efficacité dans les situations prévisibles d'utilisation.
- l'approvisionnement :
  - la disponibilité et l'accessibilité dans le milieu de travail;
  - le coût d'achat et d'entretien (de renouvellement, si possible);
  - l'entretien requis;
  - la durabilité potentielle en regard des conditions d'utilisation prévisibles.

- le confort physique :
  - la gamme d'ajustement possible ou les tailles disponibles en fonction des utilisateurs potentiels;
  - le confort : matériaux en contact avec la peau, interférences avec les autres équipements (de protection ou de travail) ou le travail en soi, etc.
- le confort psychosocial :
  - l'apparence générale;
  - la convivialité, l'intégration d'élément(s) pour faciliter l'utilisation.

5.2 Essais préliminaires

Ces essais sont à sélectionner, ou à développer, en fonction des conditions d'utilisation prévisibles. Des essais en laboratoire ou en milieu contrôlé avec un groupe témoin, représentatif des utilisateurs. Toutefois, tel que mentionné par Arteau et Giguère (1993), certains essais pourraient représenter un risque trop grand de dommage(s) auprès des travailleurs. Des mannequins ou de la modélisation sont alors souhaitables afin de préserver l'intégrité des individus et d'effectuer des essais valables. «Il convient que tout recours à des êtres humains dans la réalisation des tests soit conforme à la Déclaration d'Helsinki – *Principes éthiques pour la recherche médicale impliquant des utilisateurs* – de juin 1964» (NF EN 13921, 2007). Lorsque des individus sont impliqués dans les essais, il convient que ces derniers soient informés et formés sur les risques, les ÉPI et le déroulement de ces essais.

Les mêmes critères qu'à l'étape précédente sont validés (ou vérifiés s'ils n'ont pu l'être à l'étape de la présélection) à l'exception de la disponibilité qui ne l'est qu'à la présélection (l'ÉPI existe ou n'existe pas). Lors des essais, les critères sont évalués de manière objective autant que possible, le recours aux essais normalisés étant souhaitable.

5.3 Essais terrain

À propos des essais terrain, la norme EN 13921 indique qu'il «convient que la vérification finale de l'adaptation de l'ÉPI soit établie par le biais d'essais au porter appropriés. Il

convient qu'ils reflètent l'impact global des combinaisons de caractéristiques ergonomiques sur la portabilité et l'acceptabilité.» (2007). Ces essais facilitent l'intégration aux tâches et l'acceptation progressive des travailleurs par leur adaptation. Le travailleur peut mettre à jour certains éléments qui auraient pu être omis dans les phases précédentes. Ainsi, il est possible de réaligner le tir dans la sélection adéquate de la protection individuelle en retournant à l'étape de la présélection.

Une formation adéquate sur les risques et sur la protection disponible est essentielle à cette étape, surtout pour les travailleurs qui n'ont pas été directement impliqués dans le processus de sélection des ÉPI. Cette formation doit inclure différents éléments dont les risques (comment les reconnaître) et leurs conséquences, le fonctionnement de l'ÉPI (mécanismes de protection), l'ajustement adéquat de l'ÉPI (ou comment choisir la taille), l'inspection, les signes de désuétude ainsi que les limites de la protection offerte. De plus, dans le cadre des essais, il convient d'informer les participants sur les démarches empruntées pour effectuer la sélection des ÉPI.

Bien que ce soit à l'ÉPI de s'adapter aux travailleurs et non l'inverse, un certain ajustement de la part de l'utilisateur doit tout de même être fait. Cette adaptation suit une courbe d'apprentissage suite à l'intégration des nouveaux ÉPI (Stevenson, Benedetti et Bourenane, 2001). La durée de ces essais doit donc être suffisamment longue pour rencontrer les différentes situations vécues au travail ainsi que pour permettre l'adaptation et l'apprentissage des tâches avec la protection. En cas de problèmes majeurs, il est toujours possible de retourner à l'étape de la présélection en fonction des commentaires reçues et des informations colligées.

Encore une fois, les critères énoncés à l'étape de la présélection sont validés (ou vérifiés s'ils n'ont pu l'être aux étapes précédentes). Lors des essais, les critères sont évalués en étroite collaboration avec les travailleurs. Des mesures prises conjointement aux entretiens ou aux questionnaires permettent de soulever des biais de perceptions ou d'influence. Les essais terrain doivent être effectués sur une période suffisamment longue pour dépasser le processus

d'apprentissage induit par toutes modifications au travail et être précédés d'une formation sur l'utilisation des nouveaux ÉPI. À noter qu'il est souhaitable d'intégrer les utilisateurs le plus tôt possible dans le processus de sélection et d'évaluation des ÉPI, soit lors de l'analyse de risques et des conditions de travail.

Une fois que les essais terrain ont obtenu des résultats concluants, il est possible de passer à l'implantation des ÉPI sélectionnés pour l'ensemble des utilisateurs. Cette implantation doit entre autre inclure une formation et faire l'objet d'un suivi rigoureux. Bien que cette étape ne fasse pas l'objet du présent travail, davantage d'indications sont données à la section 5.4 *Bilan et suivi* quant au contenu du suivi de la sélection des ÉPI et fait l'objet de recommandations à la conclusion.

5.4 Bilan et suivi

Au cours des essais en milieu de travail, il convient de recueillir périodiquement de l'information sur les ÉPI et sur les utilisateurs pour fin d'amélioration continue. Instaurer un programme de gestion des ÉPI peut s'avérer avantageux dans les situations où le nombre de travailleur ou d'ÉPI est considérable ainsi que lorsque les ÉPI sont complexes. Ce programme devrait être géré par le comité de santé et sécurité au travail. Il doit inclure :

- la sélection et l'évaluation des ÉPI;
  dont :
  - catégorie et grandeur,
  - procédures de maintenance et de réparation,
  - entreposage et distribution,
  - règles d'utilisation,
  - procédures d'approvisionnement,
  - essais à réaliser,
  - procédure d'implantation,
  - etc.
- la diffusion de l'information et les formations;

par exemple :

- marquer des zones (ou des activités) où le port est obligatoire ou recommandé,
- déterminer les besoins en formation des utilisateurs et des superviseurs,
- afficher et diffuser les fiches d'utilisation des ÉPI (du fabricant ou développées par l'entreprise).

- la procédure d'inspection périodique devrait minimalement inclure :
  - vérifier des types de vêtements et d'ÉPI,
    - leur accessibilité (type, grandeur), leur état (besoin de remplacement, d'entretien ou de réparation), le respect des procédures précédemment déterminées, etc.
  - recueillir les commentaires des utilisateurs et des superviseurs,
  - analyser les accidents impliquant de près ou de loin les ÉPI.

Impliquer chaque travailleur dans ce programme de gestion des ÉPI favorise l'intégration des ÉPI aux tâches et l'acceptation de ces derniers (Pérusse, 1995). Des procédures d'inspection et d'entretien ont été développées par type d'équipement par AFNOR (2000a). Par exemple, le CR 13464 *Guide de sélection, d'utilisation et d'entretien des protecteurs de l'œil et du visage, à usage professionnel* dresse une liste de points pour lesquels il est suggéré d'accorder une attention particulière avant chaque utilisation : la qualité de l'oculaire, l'intégrité de la monture, l'ajustement du serre-tête, etc. Ce type de liste de vérifications permet de valider que l'état des éléments essentiels assurant la protection et le confort de l'utilisateur soit maintenu convenablement. Il convient de continuer à veiller sur les critères d'évaluation afin de valider des points tels que la durabilité moyenne des ÉPI.

Les milieux de travail sont dynamiques, ils évoluent; les risques changent, de nouvelles technologies sont développées. Il est important de vérifier périodiquement les possibilités d'intervenir plus en amont, soit par l'élimination à la source ou la protection collective. On s'assure ainsi que les travailleurs sont protégés au mieux. De plus, la réglementation peut changer, les entreprises doivent s'assurer une mise à jour régulière. De nouveaux ÉPI sont mis en marché avec des matériaux plus performants, une conception mieux pensée, qui peuvent mieux répondre aux besoins de protection et de confort des utilisateurs.

5.5 Récapitulatif

La méthodologie d'évaluation et de sélection des ÉPI utilisés en milieu de travail proposée dans le cadre de ce mémoire peut se résumer sous forme de liste, présentée à la page suivante. Comme on peut le constater, le questionnement sur chacun des critères évolue en fonction de l'étape où l'on est rendu dans la sélection et l'évaluation de l'ÉPI.

Méthodologie générale d'évaluation et de sélection des ÉPI - tableau résumé général

Analyse des risques				Est-ce que l'analyse de risques a été effectuée? La prévention intrinsèque, la réduction des risques ou la protection collective sont-elles possibles?
Analyse des conditions d'utilisation	Contexte			Quel est le contexte de travail: PESTE, moyens de prévention en vigueur, etc.?
	Dépense énergétique			Quel est le niveau de dépense énergétique des futurs utilisateurs? Métabolisme, coût cardiaque, volume O_2 ou autre connu?
	Conditions climatiques			Quelles sont les conditions climatiques où les ÉPI seront utilisés? Est-ce constant, variable ou saisonnier?
	Tâches à effectuer			Quels sont les outils utilisés, les tâches à effectuer?
Réglementation en vigueur				Est-ce qu'un règlement particulier régit le secteur d'activités quant aux moyens de prévention à adopter?
Présélection	**Analyses à partir des catalogues de fournisseurs, de sites web, de guides de sélection, etc.**			
	Performance	Efficacité		Est-ce que l'ÉPI est conçu pour protéger contre les risques identifiés (nature et intensité)? Certification?
		Fiabilité		Est-ce que l'ÉPI est en mesure de rencontrer les conditions réelles d'utilisation tout en continuant à protéger ?
	Approvisionnement	Disponibilité		Existe-t-il un ÉPI sur le marché en mesure de protéger contre les risques identifiés, sinon une combinaison d'ÉPI?
		Accessibilité		Est-il possible de se procurer l'ÉPI (délais, quantité, taille, coûts, etc.) pour le milieu d'utilisation ciblé?
		Coûts	d'achat	Quel est le coût d'achat, le fournisseur offre-t-il des rabais à la quantité?
			d'entretien	Est-ce que l'ÉPI requiert un entretien particulier? Si oui, quel en est le coût?
			de stockage	Est-ce que les ÉPI nécessitent un entreposage particulier?
			de renouvellement	À quelle fréquence doit-on remplacer les ÉPI?
			autres	Doit-on prévoir d'autres coûts (certification, dispositifs pour l'utilisation - ex.: ancrage pour antichute)?
		Entretien		Est-ce que l'ÉPI requiert un entretien particulier? Si oui, qui doit l'effectuer?
		Durabilité		Quelle est la durée de vie prévisible en fonction des conditions d'utilisation réelles?
	Confort physique	Ajustement		Est-ce que l'ÉPI a une taille unique, des tailles multiples ou un système d'ajustement convenant à l'ensemble des utilisateurs?
		Confort thermique		Est-ce que la constitution de l'ÉPI convient aux conditions (climatiques, métaboliques) pour favoriser les échanges de chaleur et d'humidité? Le froid affecte-t-il la souplesse de sa constitution et ses propriétés?
		Confort de contact		Est-ce que les matériaux en contact avec la peau sont susceptibles de créer des irritations, une pression ou des réactions cutanées indésirables?
		Autres facteurs influençant le confort		En fonction de l'ÉPI et des utilisateurs, est-ce qu'il y a d'autres aspects à prendre en considération pour le confort de l'utilisateur?
		Interférences		En fonction des autres ÉPI en place et du travail à effectuer, est-ce qu'il y a d'autres aspects à prendre en considération pour le confort de l'utilisateur?
	Confort psychosocial	Apparence générale		Est-ce que l'aspect général de l'ÉPI risque de rebuter les utilisateurs (couleur, aspect, etc.)?
		Convivialité		Est-ce que l'ÉPI intègre des éléments facilitant son utilisation, son entretien, sa durabilité?
Essais préliminaires	**Analyses en laboratoire (essais normalisés ou non), simulations de travail, modélisations, etc.**			
	Performance	Efficacité		S'il y a un règlement stipulant le port, réfère-t-il à une norme? Sinon, existe-t-il une norme ou une méthode d'essais reconnue pour évaluer l'efficacité de l'ÉPI?
		Fiabilité		Existe-t-il une norme ou une méthode d'essais reconnue pour évaluer l'efficacité de l'ÉPI selon les conditions réelles d'utilisation? Sinon, l'ajustement des paramètres d'essais de l'efficacité peut permettre de vérifier la fiabilité.
	Approvisionnement	Accessibilité		Valider l'accessibilité de l'étape de la présélection.
		Coûts	d'achat	Valider ces coûts par rapport à l'étape de la présélection.
			d'entretien	
			de stockage	
			de renouvellement	Vérifier la fréquence de renouvellement des ÉPI.
			autres	Vérifier la présence d'autres coûts.
		Entretien		Valider les procédures d'entretien de l'ÉPI.
		Durabilité		Existe-t-il une norme ou une méthode d'essais reconnue pour évaluer la durabilité de l'ÉPI selon les conditions réelles d'utilisation?
	Confort physique	Ajustement		Est-ce que l'ÉPI a une taille unique, des tailles multiples ou un système d'ajustement qui convient à l'ensemble des utilisateurs dans la réalisation de leur travail?
		Confort thermique		Existe-t-il une norme ou une méthode d'essais reconnue pour évaluer le confort thermique de l'ÉPI selon les conditions réelles d'utilisation?
		Confort de contact		Est-ce que l'ÉPI crée des irritations, une pression, un inconfort ou des réactions cutanées indésirables?
		Autres facteurs influençant le confort		Existe-t-il une norme ou une méthode d'essais reconnue pour évaluer les autres aspects du confort à considérer?
		Interférences		En fonction des autres ÉPI en place et du travail à effectuer, est-ce qu'il y a d'autres aspects à prendre en considération pour le confort de l'utilisateur?
	Confort psychosocial	Apparence générale		Est-ce que l'aspect général de l'ÉPI risque de rebuter les utilisateurs (couleur, aspect, etc.)?
		Convivialité		Est-ce que l'ÉPI intègre des éléments facilitant son utilisation, son entretien, sa durabilité?
Essais terrain	**Analyses en conditions réelles d'utilisation sur une période suffisamment longue (courbe d'apprentissage) - questionnaires, mesures, vidéos peuvent être utilisés**			
	Performance	Efficacité		Valider que l'ÉPI protège contre les risques identifiés dans les conditions prévues d'utilisation.
		Fiabilité		Valider que l'ÉPI protège contre les risques identifiés pour l'ensemble des travailleurs, malgré les aléas de production et l'usure
	Approvisionnement	Accessibilité		S'assurer que l'ÉPI soit accessible pour le travailleur lorsqu'il en a besoin.
		Coûts	d'achat	Valider ces coûts par rapport à l'étape de la présélection.
			d'entretien	
			de stockage	
			de renouvellement	Vérifier la fréquence de renouvellement des ÉPI.
			autres	Vérifier la présence d'autres coûts.
		Entretien		Valider les procédures d'entretien de l'ÉPI.
		Durabilité		Vérifier la durabilité de l'ÉPI.
	Confort physique	Ajustement		Est-ce que les travailleurs sont en mesure d'ajuster adéquatement leur ÉPI?
		Confort thermique		Vérifier le confort des utilisateurs.
		Confort de contact		
		Autres facteurs influençant le confort		
		Interférences		Valider auprès des utilisateurs la présence d'interférence(s).
	Confort psychosocial	Apparence générale		Est-ce que l'aspect général de l'ÉPI rebute les utilisateurs (couleur, aspect, etc.)?
		Convivialité		Est-ce que les utilisateurs ont de la facilité à utiliser leur ÉPI et en détecter les signes de désuétude?
Bilan et suivi	**À ajuster en fonction des politiques déjà en place, du nombre d'ÉPI à gérer, etc.**			
	Sélection et évaluation des ÉPI	Catégorie et grandeur		
		Procédures de maintenance et de réparation		
		Entreposage et distribution		
		Règles d'utilisation		
		Procédure d'approvisionnement		
		Essais à réaliser		
		Procédure d'implantation		
		Autres éléments à consigner		
	Diffusion de l'information et formations	Marquage des zones (ou des activités) où le port est obligatoire ou recommandé		
		Détermination des besoins en formation des utilisateurs et des superviseurs		
		Affichage et diffusion des fiches d'utilisation des ÉPI (du fabricant ou développées par l'entreprise)		
		Autres éléments à transmettre		
	Procédure d'inspection périodique	Vérification des ÉPI	Accessibilité (type et grandeur)	
			État (besoin de remplacement, d'entretien ou de réparation)	
			Respect des procédures précédemment déterminées	
		Cueillette des commentaires des utilisateurs et des superviseurs		
		Analyse des accidents impliquant de près ou de loin les ÉPI		
		Autres éléments à surveiller		

CHAPITRE 6

EXEMPLES DE SÉLECTION D'ÉPI

Pour illustrer la méthodologie de sélection et d'évaluation des équipements de protection individuelle utilisés en milieu de travail présentée au chapitre 5, une combinaison d'outils (règlements, rapports techniques, journaux, etc.) tirés de la littérature ont été utilisés. Deux exemples sont présentés et permettent d'illustrer le processus d'évaluation et de sélection des équipements de protection individuelle. Le premier exemple est celui de la sélection de gants de protection contre les lacérations (6.1) et le deuxième est celui de la sélection d'un harnais pour les élagueurs (6.2). Une discussion comparant ces démarches à la méthodologie générale d'évaluation des ÉPI est faite en 6.3.

6.1 Gants de protection contre les lacérations

La situation de travail a été présentée dans un rapport de recherche de l'IRSST, le R-234 *La sélection et le développement de gants de protection contre les lacérations dans le secteur de la fabrication des produits en métal* (Tellier, Lara et Daigle, 1999). Il s'agit de choisir et de développer des gants de protection contre les lacérations dans le secteur de la fabrication de produits en métal, chez Camco en l'occurrence. Au moment de l'étude, cette entreprise employait approximativement 800 personnes. Elle se spécialise dans la fabrication d'électroménagers (surtout des sécheuses et des lave-vaisselle).

6.1.1 Analyse des risques

Le travail analysé a mis en évidence le risque de coupure lié à la manipulation de tôles métalliques minces. L'analyse des accidents sur une période de cinq ans, avec et sans perte de temps, a révélé que la lésion la plus fréquente touchait les doigts dans 78% des cas, suivie des mains avec 10%. Seuls les besoins de protection des mains et des doigts sont à l'étude dans le présent cas.

6.1.2 Moyens de protection retenu

Les alternatives de prévention ne suffisent pas à réduire les risques suffisamment, le recours à la protection individuelle s'avère nécessaire. En effet, les contraintes relatives aux coûts de production font en sorte que la tôle à manipuler est mince et n'est pas peinturée à l'intérieur ou à l'arrière de l'appareil. En conséquence, les plaques métalliques sont très coupantes. La compagnie et les chercheurs ont tout de même effectué des changements dans le mode opératoire et l'aménagement certains postes afin de réduire les risques de lacération.

6.1.3 Analyse des conditions d'utilisation

En 1999, la situation économique de l'entreprise était favorable, ayant obtenu un contrat de 600 M$ pour la production de 2,7 millions de sécheuse, les emplois étaient assurés à Montréal jusqu'en 2003 (Filion, 1999; Noël, 1999). Après quelques semaines de négociations ardues, les 800 travailleurs affiliés à la FTQ ont signé leur convention collective pour une durée de trois ans en juin 1998 (Marsolais, 1998a; 1998b; Noël, 1998).

Avant de débuter l'étude, des gants étaient utilisés, par contre, leur résistance à la coupure a été qualifiée de faible. De plus, la dextérité posait des problèmes à de nombreux postes ce qui a mené certains travailleurs à modifier leurs gants (couper le bout des doigts et renforcer les doigts à l'aide de ruban à masquer). Le nettoyage de certains gants en cuir détériorait grandement leur résistance à la coupure. Camco et l'ASP métal-électrique ont sollicité l'aide de l'IRSST pour trouver des solutions aux nombreuses lésions occasionnées par le travail. La compagnie *Superior Glove Works Ltd.*, fabricant et distributeur de gants, s'est associée au projet en proposant des prototypes selon les exigences de l'étude.

Dépense énergétique

Rien n'est signalé sur ce point. Il s'agit tout de même de travail exigeant un minimum d'effort physique pour la manipulation (soulever, déplacer, accrocher, etc.) des pièces (moteurs, châssis, porte, etc.).

Conditions climatiques

Rien n'est signalé sur ce point, par contre, on peut déduire que le travail se fait à l'intérieur d'une entreprise montréalaise. La production n'exige pas de conditions climatiques particulières telles qu'humidité et température contrôlées ou production alimentaire (réfrigérée).

Tâches à effectuer

Différents postes de travail ont été observés, trois ont été retenus pour l'étude en fonction de la fréquence et de la gravité des lésions. Les exigences communes et conditions particulières à ces postes sont :

- manipulation manuelle de tôles minces et non peinturées;
- besoin de dextérité pour la manipulation de petites pièces (ex. : vis);
- cadence de production élevée (chaîne de montage), principe du *juste à temps* appliqué;
- pièces à manipuler parfois huileuses et glissantes.

6.1.4 Règlementation en vigueur

Il n'y a pas de règlement spécifique qui exige le port de gants dans la législation québécoise pour la situation exposée précédemment. Toutefois, l'article 345 du RSST stipule :

> **345. Protecteur pour les autres parties du corps :** Le port d'un équipement de protection approprié à la nature de son travail, tel qu'une cagoule, un tablier, des jambières, des manchettes et des gants, est obligatoire pour tout travailleur exposé à des objets brûlants, tranchants ou qui présentent des arêtes vives ou des saillies dangereuses, à des éclaboussures de métal en fusion, ou au contact de matières dangereuses.

(Gouvernement du Québec, à jour au 27 mai 2009b)

6.1.5 Présélection

Une trentaine de modèles ont préalablement été sélectionnés à partir des propositions des fournisseurs, des distributeurs, des employés de Camco ainsi que des chercheurs de l'IRSST. De plus, un fabricant a conçu quatre prototypes selon les exigences énoncées en 6.1.3.

6.1.6 Essais préliminaires

Parmi les gants de la présélection, des tests de coupure (efficacité) ont été effectués ainsi qu'une évaluation subjective de la dextérité (évaluation sommaire). «Les gants ayant la meilleure résistance à la coupure et permettant une bonne dextérité ont été présélectionnés» pour des essais terrain (Tellier, Lara et Daigle, 1999). D'autres gants, ayant de bonnes propriétés de résistance à la coupure mais permettant une dextérité moindre ont également été testés pour des tâches exigeant moins de manipulations fines. Avant de procéder aux essais en entreprise, des essais en laboratoire plus élaborés ont analysé la dextérité afin de valider que les gants rencontraient vraiment les exigences du milieu de travail.

Les critères de performance

La résistance à la coupure (efficacité) a été vérifiée à l'aide d'une procédure utilisant le même appareil que les normes NF EN ISO 13997 :1999 (Association Française de Normalisation, 1999) et ASTM F1790-05 (ASTM International, 2005).

La fiabilité n'a pas été vérifiée. Il aurait sûrement été intéressant de le faire étant donné les problèmes observés d'ajustement et d'efficacité réduite suite au nettoyage sur certains types de gants.

Les critères d'approvisionnement

Les coûts directs ne semblent pas être une préoccupation, il n'en est nullement question dans le rapport de l'étude. De plus, la durabilité ainsi que l'entretien des gants ne font pas l'objet de questionnement au départ. Bien que des gants commercialement disponibles aient été pris en considération, l'appui d'un concepteur-fabricant de gants a facilité la sélection en développant des modèles sur mesure qui soient conçus en fonction des exigences de l'équipe de recherche. Lors de la présentation de la problématique initiale, il est question de problème d'approvisionnement en tailles multiples. Cependant lors de la présélection, le point n'est plus abordé.

Les critères de confort – physique et psychosocial

La dextérité est l'un des points prépondérants de l'étude. Sans cette caractéristique, le confort de l'utilisateur est affecté par les interférences avec les tâches à réaliser. Une évaluation subjective basée sur la facilité à manipuler de petites vis utilisées lors des opérations d'assemblage a été réalisée avec la trentaine de modèles initialement sélectionnés. Parmi les cinq modèles ayant les meilleures caractéristiques (résistance à la coupure et dextérité conjointement), des essais en laboratoire comportant davantage de manipulations (simulations de travail) ont été effectués.

Le confort thermique, l'ajustement ainsi que les autres aspects du confort physique n'ont pas fait l'objet d'analyse à cette étape. Pas plus que l'apparence générale des gants.

Les gants de protection sont des ÉPI relativement simples d'un point de vue de l'utilisation. Parmi les gants proposés, les mains gauche et droite se distinguaient facilement étant donnée la présence d'un enduit ou de picots sur la paume. La convivialité de ces gants n'a pas fait l'objet de discussion dans le rapport de recherche.

L'équipe de recherche s'est assurée d'obtenir la confiance et la collaboration des utilisateurs en ne les sollicitant que sur une base volontaire. De plus, elle a validé plus vigoureusement

les caractéristiques relatives à la dextérité et à la résistance à la coupure, pierre angulaire de la problématique.

6.1.7 Les essais terrain – conditions réelles

Cinq modèles ont été testés dans les lignes d'assemblage où une bonne dextérité était requise. Trois modèles ont été testés dans les postes des presses à métal et de l'accrochage des pièces sur les convoyeurs où les besoins de dextérité étaient inférieurs. Les travailleurs ont été invités à participer à l'étude, aucune personne n'a été obligée. Les 41 travailleurs intéressés étaient répartis comme suit aux différents postes de travail : 25 aux lignes d'assemblage; 16 aux ateliers de presses et de l'accrochage. Tous ces travailleurs ont été préalablement rencontrés en petits groupes par l'équipe de recherche. Ces rencontres avaient pour objectif d'expliquer le déroulement des essais.

Chaque modèle a été porté pendant une semaine, ce qui semble être une durée suffisante pour s'habituer aux gants (période plus longue que la courbe d'apprentissage) puisque les travailleurs portaient déjà des gants avant les essais. Les travailleurs avaient à leur disposition plusieurs paires de gants et devaient en disposer dans un contenant prévu à cet effet lorsque les gants présentaient des signes d'usure ou de dégradation. Le représentant SST était en charge de récupérer quotidiennement les gants usés (gants numérotés pour le suivi ultérieur). De plus, un technicien SST circulait quotidiennement auprès des utilisateurs afin de colliger les commentaires.

À la fin de chaque semaine, un questionnaire était complété par le technicien SST ou une professionnelle de l'IRSST lors d'une entrevue individuelle avec le travailleur. Ce questionnaire comportait cinq sections illustrées dans l'encadré ci-dessous.

- A – généralités : renseignements sur le gant testé, le poste de travail évalué, le nom du travailleur, etc.;
- B – évaluation de la dextérité : cette section est divisée en neuf parties, chacune visant à évaluer la facilité avec laquelle le travailleur peut prendre et manipuler un type de pièce, en particulier, vis, étiquette, petite pièce en métal, etc.;

- C – évaluation du confort du gant : ajustement à la main, chaleur, gant glissant ou non, irritation de la peau, etc.;
- D – évaluation par les travailleurs de la résistance du gant aux lacérations;
- E – appréciation générale du travailleur

(Tellier, Lara et Daigle, 1999)

Les critères de performance

La résistance à la coupure (efficacité) a été évaluée qualitativement par les travailleurs. L'information a été recueillie avec les questionnaires. La fiabilité n'a pas été vérifiée en soi, par contre, les travailleurs utilisaient leurs gants selon leurs propres conditions de travail. En vérifiant l'efficacité, la fiabilité était en partie observée.

Les critères d'approvisionnement

Les coûts directs des ÉPI sont toujours absents du rapport de l'étude. Par contre, à cette étape, la durabilité a fait l'objet de l'évaluation de deux manières. Tout d'abord, les gants usés rejetés ont été récupérés par le technicien SST pour observation (qui n'ont malheureusement par été notées dans le rapport). De plus, un comparatif avec les gants utilisés avant l'étude quant à la durée d'utilisation était demandé aux utilisateurs lors de l'entrevue.

L'accessibilité était garantie par les visites quotidiennes du représentant SST et du technicien SST qui s'assuraient que les travailleurs aient toujours des paires de gants en réserve.

Les critères de confort – physique et psychosocial

La dextérité permise par les gants a été vérifiée auprès des utilisateurs lors des entrevues. De même, le confort thermique, l'ajustement ainsi que les autres aspects du confort physique ont fait l'objet de questions lors de l'entrevue. Par contre, l'apparence générale des gants n'était pas directement abordée, sauf peut-être dans l'appréciation générale du travailleur. Quoique la couleur du gant a été changée suite aux commentaires puisque les taches restaient incrustées sur le tissu des gants (sans en affecter les autres propriétés).

6.1.8 Bilan et suivi

Les résultats des questionnaires ont permis de sélectionner un modèle qui se distinguait particulièrement pour la ligne d'assemblage, il s'agissait d'un des prototypes proposés par *Superior Glove Works Ltd.* Malheureusement, les gants proposés aux ateliers de presses et de l'accrochage n'ont pas fait l'objet d'un tel consensus et les démarches se sont arrêtées ainsi. Suite à l'analyse des commentaires colligés dans les questionnaires, le prototype a fait l'objet de trois modifications :

- les picots ont été renforcés puisqu'ils s'arrachaient facilement;
- l'espace entre le pouce et l'index ainsi que le centre de l'index ont été solidifiés;
- la couleur des gants a été changée pour amoindrir l'apparence des taches.

L'entreprise effectuait déjà le suivi et le stockage de l'information relative aux accidents de travail, avec et sans perte de temps. De plus, le contenu des rapports d'accident contient de l'information sur l'utilisation ou non des ÉPI. Un seul accident est survenu au cours de l'étude et avait pour cause un gant percé.

6.1.9 Récapitulatif et remarques

La collaboration du fabricant concepteur, celle de l'équipe de recherche (incluant des professionnels de l'IRSST et de l'ASPME) ont grandement facilité l'implantation d'un type de gants appropriés au travail. Bien que les coûts des gants ne soient pas explicités dans le rapport, ils ne sont pas négligés pour autant. En cinq ans, Camco a recensé plus de 3000 lésions à la main ou aux doigts qui ont généré des pertes de temps variant de 15 minutes à 1 heure à plusieurs semaines. Bien qu'une minorité ait été indemnisée par la CSST, ceux «qui n'apparaissent pas dans les coûts d'indemnisation de la CSST ont nécessairement un coût pour la compagnie, parce qu'ils nécessitent un arrêt temporaire du travailleur pour se faire soigner par l'infirmière de l'entreprise» (Tellier, Lara et Daigle, 1999). De plus, Camco achetait déjà des gants, peu efficaces et peu appréciés, ces gants représentaient tout de même des coûts pour la compagnie. Finalement, peu de rapports publiés font état des coûts lors d'intervention avec les entreprises car ceux-ci se révèlent souvent confidentiels, un secret industriel face à la concurrence. À la page suivante se trouve la liste présentée au chapitre 5 qui résume la méthodologie d'évaluation des ÉPI appliquée au cas de la sélection des gants.

Méthodologie générale d'évaluation et de sélection des ÉPI - tableau résumé appliqué au cas des gants

Analyse des risques				Une analyse des risques a été effectuée, on a apporté des changements sur l'aménagement et le mode opératoire de certains postes afin de réduire les risques.
Analyse des conditions d'utilisation	Contexte			Les gants utilisés initialement présentaient des lacunes importantes de dextérité et d'efficacité (protection contre les coupures). Nombreuses lésions aux mains signalées. Milieu syndiqué: convention valide pour 3 ans, signée un an avant l'étude. Camco a obtenu un contrat important assurant la production et les emplois pour une durée de quatre ans.
	Dépense énergétique			Aucune information précise quant à ce point, ne semble pas être exceptionnel (travail physique sur une chaîne d'assemblage).
	Conditions climatiques			Travail effectué en usine.
	Tâches à effectuer			Manipulation de tôles métalliques coupantes. Production en *Juste à temps* . Ligne d'assemblage.
Réglementation en vigueur				RSST, article 345. Fournir des gants pour la manipulation d'objets tranchants.
Présélection	**Analyses à partir des catalogues de fournisseurs, de sites web, de guides de sélection, etc.**			
	Performance	Efficacité		Employés, chercheurs et fournisseurs ont proposé une trentaine de modèle (critères = ???). L'étude n'indique pas de coût, mais laisse croire que c'est tout de même une préoccupation. L'implication d'un concepteur de gants a permis la création de quatre prototypes sur mesure selon les exigences fournies par l'équipe de recherche, des gants commercialement disponibles ont également été testés.
		Fiabilité		
	Approvisionnement	Disponibilité		
		Accessibilité		
		Coûts	d'achat	
			d'entretien	
			de stockage	
			de renouvellement	
			autres	
		Entretien		
		Durabilité		
	Confort physique	Ajustement		
		Confort thermique		
		Confort de contact		
		Autres facteurs influençant le confort		
		Interférences		
	Confort psychosocial	Apparence générale		
		Convivialité		
Essais préliminaires	**Analyses en laboratoire (essais normalisés ou non), simulations de travail, modélisations, etc.**			
	Performance	Efficacité		Les essais se sont réalisés en deux temps. Première étape 1 - Des tests d'efficacité ont été réalisés en laboratoire selon des essais suivant une méthode développée à l'IRSST. De plus, la dextérité a été vérifiée par des simulations de travail (manipulation d'une vis) en laboratoire. Cette première étape a permis de sélectionner huit modèles; cinq pour les postes d'assemblage et trois pour les postes d'accrochage. Deuxième étape 2 - La dextérité a été vérifiée plus en profondeur avec des simulations en laboratoire (plus de tâches étaient simulées) sur les cinq modèles de la ligne d'assemblage (postes exigeants plus de dextérité). La dextérité influence le confort physique et un manque de dextérité dans ce cas engendre des interférences avec les tâches à effectuer. Critères n'ayant pas fait l'objet de questionnement ou absents du rapport : entretien, durabilité, ajustement, confort thermique, confort de contact, apparence générale, convivialité.
		Fiabilité		
	Approvisionnement	Accessibilité		
		Coûts	d'achat	
			d'entretien	
			de stockage	
			de renouvellement	
			autres	
		Entretien		
		Durabilité		
	Confort physique	Ajustement		
		Confort thermique		
		Confort de contact		
		Autres facteurs influençant le confort		
		Interférences		
	Confort psychosocial	Apparence générale		
		Convivialité		
Essais terrain	**Analyses en conditions réelles d'utilisation sur une période suffisamment longue - questionnaires, mesures, vidéos peuvent être utilisés**			
	Performance	Efficacité		Chaque modèle a été utilisé pendant une semaine (à moins d'un rejet de la part de l'utilisateur). Les gants usés ont été récupérés pour des observations (non notées au rapport).
		Fiabilité		
	Approvisionnement	Accessibilité		Questionnaires aux utilisateurs - complétés lors d'une entrevue dirigée par un technicien en SST ou une professionnelle de recherche comprenant : A – généralités : renseignements sur le gant testé, le poste de travail occupé, le nom du travailleur; B – évaluation de la dextérité : cette section est divisée en neuf parties, chacune visant à évaluer la facilité avec laquelle le travailleur peut prendre et manipuler un type de pièce, en particulier, vis, étiquette, petite pièce en métal, etc.; C – évaluation du confort du gant : ajustement à la main, chaleur, gant glissant ou non, irritation de la peau, etc.; D – évaluation par les travailleurs de la résistance du gant aux lacérations; E – appréciation générale du travailleur. Suite aux résultats de ces entrevues, la couleur des gants a été changée pour cacher les tâches d'huile et de graisse (qui ne nuisaient pas à la protection) mais rebutaient les utilisateurs. De plus, l'adhérence des picots a été renforcée ainsi que certaines zones du gants qui avaient tendance à déchirer plus facilement.
		Coûts	d'achat	
			d'entretien	
			de stockage	
			de renouvellement	
			autres	
		Entretien		
		Durabilité		
	Confort physique	Ajustement		
		Confort thermique		
		Confort de contact		
		Autres facteurs influençant le confort		
		Interférences		
	Confort psychosocial	Apparence générale		
		Convivialité		
Bilan et suivi	**À ajuster en fonction des politiques déjà en place, du nombre d'ÉPI à gérer, etc.**			
	Sélection et évaluation des ÉPI	Catégorie et grandeur		La sélection des gants a fait l'objet d'un rapport de recherche publié à l'IRSST.
		Procédures de maintenance		
		Entreposage et distribution		
		Règles d'utilisation		
		Procédure d'approvisionnement		
		Essais à réaliser		
		Procédure d'implantation		
		Autres éléments à consigner		
	Diffusion de l'information et formations	Marquage des activités où le port est obligatoire ou recommandé		Appel à des spécialistes en nettoyage pour les taches d'huile et de graisse pour développer une méthode de nettoyage. Formation précédant les essais terrain uniquement. Fiches d'utilisation des EPI = ?
		Besoins en formation des utilisateurs et des superviseurs		
		Affichage et diffusion les fiches d'utilisation des EPI		
		Autres éléments à transmettre		
	Procédure d'inspection périodique	Vérification des EPI	Le suivi est l'une des recommandations dans le rapport de recherche	
		Cueillette des commentaires des utilisateurs et des superviseurs ==> fait lors de la période d'essais, ensuite = ?		
		Analyse des accidents impliquant de près ou de loin les ÉPI ==> mesure déjà en place		
		Autres éléments à surveiller ==> le renforcement est-il adéquat, les gants peuvent-ils être distribués à tous les postes de travail de l'usine?		

6.2 Protection contre les chutes en hauteur - élagueurs

La protection contre les chutes en hauteur a également fait l'objet d'un rapport de recherche à l'IRSST, le R-505 *Travail en hauteur et protection contre les chutes pour les élagueurs* (Arteau *et al.*, 2007). L'étude analyse les méthodes de travail ainsi que les systèmes existants de protection contre les chutes en hauteur utilisés par les élagueurs afin de réduire leurs risques de chute. L'étude a regroupé des travailleurs de différents employeurs (distributeur d'électricité, municipalités, entreprises d'arboriculture) pour effectuer ses essais dans la région de Montréal. Le travail d'un élagueur «consiste à supprimer, partiellement ou complètement, des branches dans un arbre, afin de le renforcer, de le façonner ou d'alléger sa ramure, ou encore dans le but de produire du bois de qualité sans nœuds» (Office québécois de la langue française, 2009).

6.2.1 Analyse des risques

Les principaux risques professionnels rencontrés par les élagueurs sont :

- coupure (scie à chaîne),
- chute de hauteur,
- surdité,
- électrocution,
- maux de dos.

Dans le cadre de l'étude, la sélection et l'évaluation des moyens de protection sont principalement axées sur les chutes en hauteur bien que les autres risques soient pris en considération.

6.2.2 Moyens de protection retenu

Les méthodes de travail ont fait l'objet d'observations et de recommandations afin de les rendre plus sécuritaires. Ces alternatives ne suffisent pas à assurer la protection des élagueurs et de respecter la réglementation en vigueur; la protection individuelle s'avère nécessaire. Les systèmes antichutes utilisés pour ce type de travail comportent de nombreux éléments :

- le harnais :
    - les bretelles;
    - le support sous-fessier ou les cuissards.
- le lien de retenue :
    - la longe;
    - l'enrouleur-dérouleur fixé à la nacelle;
    - l'enrouleur-dérouleur fixé à l'attache dorsale du harnais.
- le système d'assurance (ascension) – composantes :
    - les nœuds (blake – simple ou double, prussien, etc.) avec ou sans poulie;
    - les systèmes mécaniques;
    - les systèmes préinstallés;
    - les protège-cambium;
    - etc.
- l'ancrage.

«Bien que des équipements performants existent, leur sélection et la constitution de systèmes de protection complets en fonction des tâches spécifiques de l'élagage restent à faire» (Arteau *et al.*, 2007). En effet, ce ne sera pas le même type de harnais utilisé si le travail se fait à l'aide d'une nacelle (harnais de type A) ou si le travail se fait à l'éperon et à la corde (harnais de type A avec ajout d'anneaux frontaux D et d'anneaux latéraux P). La ceinture ne peut en aucun cas servir de système antichute tel qu'indiqué à l'article 350 du RSST (Gouvernement du Québec, à jour au 27 mai 2009b). La présente section se concentre sur la portion concernant la sélection du harnais uniquement.

6.2.3 Analyse des conditions d'utilisation

Les élagueurs sont des employés syndiqués travaillant pour différents employeurs (distributeur d'électricité, municipalités, entreprises d'arboriculture) ou des travailleurs autonomes.

Les nombreuses activités de travail de l'élagueur ainsi que la complexité de la protection individuelle contre les chutes en hauteur (nombreuses composantes) font en sorte que la sélection doit être d'autant plus rigoureuse pour rencontrer obtenir des résultats satisfaisants.

Dépense énergétique

A priori, l'analyse de la dépense énergétique n'a pas été effectuée. Toutefois, les réactions physiologiques, le rythme cardiaque et l'activité musculaire des principaux muscles sollicités ont servi à quantifier la pénibilité des tâches avec les ÉPI en place.

Conditions climatiques

A priori, rien n'est signalé sur ce point, par contre, on peut penser que le travail se fait à l'extérieur. Le travailleur subit donc les aléas du climat : humidité, chaleur, froid, vents, soleil, etc. En effet, les activités de l'élagueur peuvent s'effectuer tout au long de l'année (Ville de Montréal, 26 novembre 2004). Lors des essais de longue durée, les travailleurs avaient à noter leur habillement et la température ambiante (corrélée par la suite avec les données d'*Environnement Canada*). Ce qui implique une plage d'ajustement importante du harnais en fonction des vêtements légers (été) à des vêtements épais (hiver). À l'intérieur d'une même journée, d'automne ou de printemps, l'habillement peut varier beaucoup.

Tâches à effectuer

Les élagueurs ont comme principales tâches :

- émondage, coupe des tiges herbacées;
- élagage, coupe des tiges lignifiées;
- abattage, coupe complète d'un arbre.

Pour effectuer ces tâches, les outils de coupe utilisés sont : la scie à chaîne, la scie d'élagage (égoïne) et l'émondoir. En fonction du travail à effectuer et de l'arbre, «les équipements ou les méthodes d'accès à l'arbre sont les nacelles, les échelles, les grimpettes (éperons) lors de l'abattage et les cordes» (Arteau *et al.*, 2007).

6.2.4 Règlementation en vigueur

Le RSST exige la présence de dispositifs de protection contre les chutes en hauteur pour la situation exposée précédemment. Les articles 346, 347 et 350 du RSST stipulent :

> **346. Dispositif de protection contre les chutes :** Le port d'un harnais de sécurité est obligatoire pour tout travailleur exposé à une chute de plus de 3 mètres…
> **347. Harnais de sécurité :** Un harnais doit être conforme à la norme Harnais de sécurité, CAN/CSA Z259.10-M90…
> **350. Ceinture de sécurité :** Lorsqu'un ceinture de sécurité est mise à la disposition d'un travailleur, celle-ci ne peut être utilisée que pour limiter le déplacement du travailleur ou pour le maintenir dans sa position de travail.
> Une telle ceinture doit être conforme à la norme Ceintures de sécurité et cordons d'assujettissement, CAN/CSA Z259.1-95.
> Une ceinture de sécurité ne peut être utilisée comme équipement de protection individuelle servant à arrêter la chute d'un travailleur.

(Gouvernement du Québec, à jour au 27 mai 2009b)

À noter que la réglementation a changé en 2001. Avant 2001, la ceinture, la ceinture à cuissarde ou la ceinture avec sous-fessière étaient des alternatives permises contre les chutes en hauteur. À partir de 2001, seul le harnais complet a été autorisé. De plus, la norme CSA Z259.10 exige comme attache antichute un anneau en D dorsal; ce qui est impossible pour le travail dans l'arbre avec corde. L'attache ventrale est alors la seule possibilité d'autant plus que les techniques de travail font en sorte qu'une tension est pratiquement toujours maintenue dans la corde; s'il y a chute, la suspension est instantanée (chute libre quasi absente).

6.2.5 Présélection

Les ÉPI proposés ont initialement été sélectionnés par l'équipe de recherche. Étant données les nombreuses croyances et confusions sur les équipements à utiliser, en plus du changement de réglementation, une approche pour convaincre plutôt que contraindre les travailleurs a été adoptée par l'équipe de recherche. La ceinture a été testée malgré le fait que ce ne soit pas une alternative acceptable en vertu de l'article 350 du RSST. En effet, il y avait une croyance dans le milieu des élagueurs au fait que les bretelles d'un harnais complet amenaient un inconfort; ce qui a été réfuté lors de l'étude. D'autant plus que plusieurs élagueurs avaient pris l'habitude d'ajouter des bretelles à leur ceinture pour supporter une partie du poids de leurs outils, une modification maison qui rendait la ceinture non conforme (puisque modifiée) et qui la rapprochait étrangement du harnais complet. Finalement, un harnais non conforme a été rejeté par les élagueurs lors de la simulation d'évacuation puisqu'il y a eu «prise de conscience des faiblesses de ce harnais» (Arteau *et al.*, 2007).

6.2.6 Essais préliminaires

Des analyses statistiques, des simulations d'activité de travail, la participation d'élagueurs expérimentés, l'utilisation d'une échelle analogue visuelle combinée avec l'échelle de Borg pour recueillir les impressions des travailleurs en plus de mesures telles que la fréquence cardiaque et le VO_2 max ont servi lors des premiers essais qui ont établi le harnais optimal pour le travail des élagueurs.

Les différentes composantes du système antichute ont été analysées séparément selon les cinq étapes présentées ci-dessous :

1 – le point d'ancrage dans une nacelle :

- confort;
- sentiment de sécurité;
- appréciation globale.

Par le biais de six simulations de travail, cinq configurations évaluées.

2 – la configuration des bretelles du harnais :

- niveau de gêne (aux épaules et aux hanches);
- appréciation globale.

Par le biais de cinq simulations de travail, quatre configurations évaluées.

3 – le harnais versus la ceinture (cuissard ou sous-fessier) pour le travail à la nacelle :

- niveau de gêne (aux épaules et aux hanches);
- sentiment de sécurité;
- appréciation globale.

Par le biais de quatre simulations de travail, trois configurations évaluées.

4 – le harnais versus la ceinture (cuissard ou sous-fessier) pour le travail aux cordes et à l'éperon :

- niveau de gêne (aux épaules et aux hanches);
- sentiment de sécurité;
- appréciation globale.

Par le biais de deux simulations de travail (circuit), quatre configurations évaluées.

5 – le harnais versus la ceinture (cuissard ou sous-fessier) pour le travail avec charge :

- niveau de gêne (aux épaules et aux hanches);
- sentiment de sécurité;
- appréciation globale.

Par le biais d'un circuit à cinq stations, trois configurations évaluées.

Le système d'assurance doit tenir compte du travail de l'élagueur. Habituellement, un lien de retenue dorsal est utilisé pour arrêter les chutes en hauteur. Cependant, pour les élagueurs, d'importantes interférences ont alors été notées. Il est donc préférable d'opter pour une attache ventrale qui ne nuit pas aux opérations de travail.

6.2.7 Essais terrain – conditions réelles

La configuration du harnais optimale a été mise à l'essai à long terme avec deux groupes de travailleurs : ceux ayant contribué aux essais précédents et un groupe témoin n'ayant aucune connaissance des protocoles précédents.

Chaque utilisateur avait un tableau de bord à compléter. Un scénario à compléter pour chaque travail (ou modification au travail, à l'outil, à l'habillement, etc.) comprenant ses appréciations face :

1 – au confort au niveau des épaules;

2 – à la nuisance au niveau des épaules;

3 – au confort au niveau des hanches;

4 – à la nuisance au niveau des hanches;

5 – au sentiment de sécurité;

6 – à l'appréciation globale.

L'habillement de même que la température extérieure devaient être notés dans ce cahier de bord.

735 scénarios ont été recueillis. Tous les facteurs confondus, les appréciations demeurent toujours positives avec le harnais optimisé (harnais complet, bretelles extensibles configuration croisée). Ce harnais a fait l'objet d'une fiche technique diffusée par la CSST et l'IRSST (Arteau *et al.*, 2002). Un compromis est proposé si les bretelles extensibles ne sont pas disponibles : le harnais complet avec les bretelles configurées en V. La ceinture n'est pas une option valable étant donnée la réglementation, article 350 du RSST.

6.2.8 Bilan et suivi

La mise sur pied d'un système de suivi de l'information et de stockage de l'information relève davantage de chaque compagnie qui emploie des élagueurs. N'étant pas l'objectif du rapport de l'étude R-505, cette étape se résume à la production d'une fiche technique (Arteau *et al.*, 2002) distribuée par la CSST et l'IRSST. Cette dernière permet la diffusion à grande échelle des résultats de l'étude de manière synthétique, le rapport en fournissant les détails.

6.2.9 Récapitulatif et remarques

«Suite à la lecture de ce rapport, les élagueurs pourront faire les arbitrages entre le confort, la nuisance, la sécurité, la protection offerte et le prix.» Par contre, la seule mention de coût aborde la dépense supplémentaire que représentent les modifications (poulies, systèmes mécaniques, etc.) aux systèmes d'ascension dans les arbres.

À la page suivante se trouve la liste présentée au chapitre 5 qui résume la méthodologie d'évaluation des ÉPI appliquée à ce cas de la sélection de la protection contre les chutes en hauteur.

Méthodologie générale d'évaluation et de sélection des ÉPI - tableau résumé appliqué au cas des élagueurs

Analyse des risques				Une analyse des risques a été effectuée, on a apporté des changements sur l'aménagement et le mode opératoire de certains postes afin de réduire les risques.
Analyse des conditions d'utilisation	Contexte			«Bien que des équipements performants existent, leur sélection et la constitution de systèmes de protection complets en fonction des tâches spécifiques de l'élagage restent à faire.» (Arteau et al., 2007b). Niveau de risque de chute élevé. Taux de cotisation à la CSST largement au-dessus de la moyenne nationale. Milieu syndiqué et travailleurs autonomes. Nombreux employeurs concernés (municipalités, compagnies de distribution d'électricité, entreprises d'arboriculture).
	Dépense énergétique			A priori, l'analyse de la dépense énergétique n'a pas été effectuée. Toutefois, les réactions physiologiques, le rythme cardiaque et l'activité musculaire des principaux muscles sollicités ont servi à quantifier la pénibilité des tâches avec les ÉPI en place.
	Conditions climatiques			Travail effectué à l'année, à l'extérieur.
	Tâches à effectuer			Élagage, émondage, abattage.
Réglementation en vigueur				RSST, articles 346 à 350. Utiliser un dispositif antichute lorsque le travailleur est exposé à une chute de plus de 3 mètres. Les normes que les ÉPI doivent rencontrer. Etc.
Présélection	**Analyses à partir des catalogues de fournisseurs, de sites web, de guides de sélection, etc.**			
	Performance	Efficacité		Les ÉPI proposés rencontrent les normes d'efficacité exigées dans la réglementation (RSST). De plus, plusieurs nouveaux équipements et systèmes ont été testés en vertu des normes industrielles de protection contre les chutes.
		Fiabilité		Critère non traité à cette étape.
	Approvisionnement	Disponibilité		Des dispositifs commercialement disponibles. Un protège-cambium commercial raffiné.
		Accessibilité		
		Coûts	d'achat	Mentionnés en introduction uniquement.
			d'entretien	
			de stockage	
			de renouvellement	
			autres	
		Entretien		Critères non traités à cette étape.
		Durabilité		
	Confort physique	Ajustement		Bretelles rigides versus extensibles comparées. 2 configurations comparées : croisées et en V.
		Confort thermique		Critères non traités à cette étape.
		Confort de contact		
		Autres facteurs influençant le confort		
		Interférences		Dans la sélection des configurations proposées pour le harnais (bretelles), entre le harnais et la ceinture, avec le poids des outils, avec les équipements de travail (mât de la nacelle, boyaux hydrauliques).
	Confort psychosocial	Apparence générale		Critères non traités à cette étape.
		Convivialité		
Essais préliminaires	**Analyses en laboratoire (essais normalisés ou non), simulations de travail, modélisations, etc.**			
	Performance	Efficacité		Essais sur le lien d'attache : Longe, auto-rétractable (fixée à la nacelle, fixée à l'attache dorsal du harnais) - **interférences notées** Essais sur le harnais : bretelles, cuissards versus sous-fessière - **poids des outils pris en considération (confort, perception)** Essais sur le système d'arrêt de chute : **Efficacité** - essais mécaniques suivant les normes. Selon la CSA Z259.2.1-1998 : un mécanisme rejeté, ne rencontre pas les exigences de la norme. Selon la CSA Z259.11 un produit en développement (protège-cambium avec absorbeur d'énergie) présente un potentiel. **Fiabilité** -recommandations : vérifier la fiabilité des systèmes avec des noeuds non parfaits et une corde usagée. **Durabilité** - a fait l'objet d'une interrogation : est-ce que les bretelles extensibles vont conserver des propriétés élastiques suffisantes à long terme pour assurer le confort des utilisateurs. Réponse : oui. **Confort** - les perceptions du travailleur. **Pénibilité** - les perceptions du travailleur notées sur une échelle de Borg visuelle analogue modifiée en plus de la fréquence cardiaque et du VO_2 max. **Sentiment de sécurité** - les perceptions du travailleur
		Fiabilité		
	Approvisionnement	Accessibilité		
		Coûts	d'achat	
			d'entretien	
			de stockage	
			de renouvellement	
			autres	
		Entretien		
		Durabilité		
	Confort physique	Ajustement		
		Confort thermique		
		Confort de contact		
		Autres facteurs influençant le confort		
	Confort psychosocial	Apparence générale		
		Convivialité		
Essais terrain	**Analyses en conditions réelles d'utilisation sur une période suffisamment longue - questionnaires, mesures, vidéos peuvent être utilisés**			
	Performance	Efficacité		La configuration du harnais optimal a été mise à l'essai à long terme avec deux groupes de travailleurs : ceux ayant contribué aux essais précédents et un groupe témoin n'ayant aucune connaissance des protocoles précédents. Tableau de bord aux utilisateurs - un scénario à compléter pour chaque travail (ou modification au travail, à l'outil, à l'habillement, etc.) comprenant ses appréciations face : 1 – au confort au niveau des épaules; 2 – à la nuisance au niveau des épaules; 3 – au confort au niveau des hanches; 4 – à la nuisance au niveau des hanches; 5 – au sentiment de sécurité; 6 – à l'appréciation globale. L'habillement de même que la température extérieure devaient être notés dans ce cahier de bord. 735 scénarios recueillis, tous les facteurs confondus, les appréciations demeurent toujours positives avec le harnais optimisé (harnais complet, bretelles extensibles configuration croisée). Un compromis est donné si les bretelles extensibles ne sont pas disponibles : le harnais complet avec les bretelles configurées en V. La ceinture n'est pas une option valable étant donné la réglementation.
		Fiabilité		
	Approvisionnement	Accessibilité		
		Coûts	d'achat	
			d'entretien	
			de stockage	
			de renouvellement	
			autres	
		Entretien		
		Durabilité		
	Confort physique	Ajustement		
		Confort thermique		
		Confort de contact		
		Autres facteurs influençant le confort		
		Interférences		
	Confort psychosocial	Apparence générale		
		Convivialité		
Bilan et suivi	**À ajuster en fonction des politiques déjà en place, du nombre d'ÉPI à gérer, etc.**			
	Sélection et évaluation des ÉPI	Catégorie et grandeur		La sélection du harnais pour élagueur a fait l'objet d'un rapport de recherche (R-505) publié à l'IRSST ainsi que d'une fiche technique (DC100-1330) publiée conjointement par la CSST et l'IRSST.
		Procédures de maintenance		
		Entreposage et distribution		
		Règles d'utilisation		
		Procédure d'approvisionnement		
		Essais à réaliser		
		Procédure d'implantation		
		Autres éléments à consigner		
	Diffusion de l'information et formations	Marquage des activités où le port est obligatoire ou recommandé		
		Besoins en formation des utilisateurs et des superviseurs		
		Affichage et diffusion les fiches d'utilisation des ÉPI		
		Autres éléments à transmettre		
	Procédure d'inspection périodique	Vérification des ÉPI		Dépend de chaque compagnie.
		Cueillette des commentaires des utilisateurs et des superviseurs ==> fait lors de la période d'essais, ensuite, ça dépend de chaque compagnie		
		Analyse des accidents impliquant de près ou de loin les ÉPI ==> dépend de chaque compagnie		
		Autres éléments à surveiller ==> à déterminer		

6.3 Discussion

La méthodologie générale d'évaluation et de sélection des ÉPI proposée couvre l'ensemble des critères qui peuvent mener au rejet d'un ÉPI. Dans certaines situations, certains critères ont peu ou pas d'impact sur la sélection du choix final, ils ne doivent pas pour autant être négligés, ils peuvent plutôt faire l'objet d'une analyse plus sommaire. En effet, on doit s'assurer que chaque critère rencontre une limite acceptable. En négligeant un ou plusieurs critères, les probabilités que l'ÉPI soit rejeté augmentent. Un exemple où les coûts seraient négligeables sont les ÉPI utilisés par les astronautes qui effectuent des sorties dans l'espace. Il n'en demeure pas moins que certains critères sont essentiels et doivent absolument faire l'objet d'un questionnement approfondi. La performance, l'approvisionnement et le confort physique sont les grandes catégories de critères qui doivent assurément faire l'objet de l'analyse. Le confort psychosocial peut être pallié par de la formation, ou une démonstration, qui permettra à l'utilisateur de saisir l'importance et la raison d'être fondamentale de l'ÉPI.

Ensuite, certains éléments ont favorisé le succès des cas présentés :

- volonté du milieu;
  Dans les deux cas présentés, la demande avait initialement été faite par le milieu de travail. Les utilisateurs étaient tous des volontaires.
- implication des ressources compétentes et d'une équipe complète;
  Dans les deux cas présentés, l'équipe ayant procédé à la sélection et à l'évaluation des ÉPI était minimalement formée d'experts, de travailleurs-utilisateurs, de syndicats et d'employeurs. Le fait d'impliquer les utilisateurs sans les contraindre, de démontrer les bienfaits et les limites des ÉPI a certainement favorisé leur participation.
- coûts de la prévention versus coûts de l'indemnisation.
  Bien que les coûts n'aient jamais été explicités dans ces deux cas, certains passages des rapports mettent en évidence les coûts de la non-prévention. Pour les élagueurs, le rapport débute en indiquant le taux de cotisation à la CSST beaucoup plus élevé que la moyenne provinciale. Dans le cas des gants, ce sont les temps d'arrêt causés par l'absence d'un travailleur à son poste durant le temps pour soigner les lésions qui occasionnent des coûts improductifs. En effet, il suffit de quelques minutes pour grandement affecter la chaine de

production qui doit avoir une cadence élevée pour combler les besoins de la production de quelques milliers de sécheuses quotidiennement.

Finalement, le niveau de complexité de la protection individuelle et des situations de travail demande des analyses plus ou moins approfondies. Un gant est un ÉPI relativement simple, la majorité des individus savent ce qu'est un gant, comment le porter et à quoi il sert globalement. Pourtant, il n'en demeure pas moins qu'il existe une grande variété de gants qui peuvent protéger contre une multitude de risques distincts; la sélection doit en tenir compte pour obtenir une protection adéquate. Un harnais est un ÉPI plus complexe qui ne peut pas être utilisé seul : un ancrage et un lien de retenue sont essentiels à son fonctionnement. Chaque paramètre qui influence l'ÉPI doit faire l'objet d'une analyse.

Bien que les deux études de cas présentées au chapitre 6 aient obtenu un franc succès puisque les ÉPI suggérés ont été adoptés par les utilisateurs et que les lésions ont connu une baisse en fréquence ou en gravité, l'ensemble de la méthodologie proposée dans ce mémoire semble ne pas avoir été respectée. Toutefois, ce n'est pas le cas, la méthodologie a été suivie. En effet, suite à des discussions avec un des auteurs, certains éléments n'ont pas nécessairement été intégrés aux rapports bien qu'ils aient fait l'objet d'une réflexion de leur part. Les rapports sont davantage axés sur les enjeux cruciaux et les étapes clés du cheminement emprunté qui ont permis de pour résoudre les critères essentiels, c'est-à-dire ceux qui ont générés le plus d'interrogations et de discussion. De plus, l'expérience et les connaissances des équipes de recherche et des comités aviseurs expliquent en grande partie l'absence de détails quant à certains critères.

La méthodologie d'évaluation et de sélection des ÉPI utilisés en milieu de travail proposée dans le cadre de ce travail met donc en évidence l'ensemble des étapes à réaliser pour obtenir un moyen de protection individuelle qui soit bien adapté aux réalités et aux besoins du milieu de travail. Cette méthodologie explicite ce que certains auteurs ont fait, le plus souvent partiellement, pour sélectionner les ÉPI les plus appropriés. Pour y arriver, cette méthodologie prend en considération l'ensemble des situations possibles, ce qui permet une généralisation applicable à toutes les situations de travail et pour tous les ÉPI confondus.

CHAPITRE 7

DISCUSSION - SYNTHÈSE

L'évaluation et la sélection des ÉPI s'insèrent dans le contexte plus global de la gestion de la SST. De plus, le côté humain, tant anthropométrique que psychique, fait en sorte qu'un seul type d'ÉPI ne pourra pas nécessairement convenir à l'ensemble des travailleurs. Parfois, mieux vaut offrir quelques modèles ou combinaisons d'ÉPI pour satisfaire à l'ensemble des travailleurs. De plus, lorsqu'on considère un seul critère, les préoccupations de protection ou d'acceptabilité ne sont généralement pas satisfaites, ce qui peut mener au rejet et à l'échec de l'évaluation ou de la sélection. Ces deux aspects sont essentiels; d'un côté, l'efficacité et la fiabilité assurent la protection effective de l'utilisateur et de l'autre côté, le confort, psychique et physique, assure le port effectif. L'aspect administratif, tout aussi essentiel, facilite l'intégration et l'application des moyens de prévention choisis. Pourtant, les méthodes d'évaluation et de sélection des ÉPI existantes ne couvrent pas l'ensemble de ces préoccupations ou se limitent à un secteur d'activités précis ou un type d'ÉPI en particulier.

7.1 Problématique

L'évaluation et la sélection des ÉPI est une problématique bien complexe qui requiert la compréhension de quelques éléments importants pour en saisir l'ampleur.

Premièrement, il y a la panoplie de risques industriels, de situations de travail et de protecteurs disponibles sur le marché. Des risques, il en existe de plusieurs natures : mécaniques, électriques, thermiques, chimiques, ergonomiques, etc. Ils ne sont pas nécessairement isolés les uns des autres, ils peuvent être rencontrés simultanément. Deux alternatives s'offrent alors : opter pour des protecteurs multiples qui exigent davantage

Deuxièmement, il y a la problématique du non-port qui a fait l'objet de nombreuses recherches telles que l'indique la section 2.2 de ce mémoire. Qu'il y ait obligation de port ou non, les ÉPI ne sont pas portés systématiquement dans l'ensemble des milieux de travail. Les raisons de ce non-port sont multiples, elles sont regroupées sous trois catégories :

1. Administratives;

   L'accessibilité, les utilisateurs doivent avoir accès à leurs ÉPI au moment opportun. En usine, la situation est plus facilement gérable que pour les travailleurs sur la route qui doivent prévoir les ÉPI dont ils auront besoin. La formation, que les utilisateurs soient en mesure de reconnaître les risques, de savoir comment s'en prémunir et de connaître leurs ÉPI - fonctionnement, limites, entretien, signes de désuétude.

2. Personnelles;

   Des éléments tels que le confort, l'esthétisme, la confiance en l'ÉPI et la perception du danger peuvent mener au rejet de l'ÉPI.

3. Professionnelles.

   Les interférences avec le travail surtout dans le cas du processus accidentel; porter un ÉPI embarrassant constamment alors que l'accident ne surviendra peut-être jamais.

Troisièmement, il y a le fait que l'utilisateur doit porter l'ÉPI, il y a donc une relation intime homme/ÉPI qui se crée. Ce qui exige des critères de confort.

Quatrièmement, les exigences nombreuses et parfois contradictoires des ÉPI. Un ÉPI a comme fonction première de protéger; il doit être efficace. Cependant, pour protéger, il doit être porté, il doit donc être confortable. L'efficacité et le confort d'un ÉPI ne vont pas nécessairement de paire, ce sont des critères parfois antagonistes.

Finalement, les milieux de travail sont dynamiques, ils ne cessent d'évoluer. De plus, ils comportent de nombreuses exigences, il y a un travail à réaliser dans des conditions données. Plusieurs intervenants de différentes expertises sont impliqués à divers niveaux pour atteindre les objectifs de l'entreprise tel que détaillé à la section 1.5 de ce mémoire.

Plusieurs intervenants de différentes expertises sont impliqués à divers niveaux pour atteindre les objectifs de l'entreprise tel que détaillé à la section 1.5 de ce mémoire.

À partir de ces observations et de la revue de littérature, quatre grandes catégories de critères ont été proposées pour couvrir l'ensemble des préoccupations du milieu :

- la performance,
- l'approvisionnement,
- le confort physique,
- le confort psychosocial.

La performance de l'ÉPI concerne sa capacité à protéger adéquatement l'utilisateur, il s'agit de sa raison d'être également appelée sa fonction première. Deux éléments assurent cette performance : l'efficacité et la fiabilité. L'efficacité de l'ÉPI est sa capacité de protéger l'utilisateur contre les risques pour lesquels il a été conçu dans des conditions données. La fiabilité est l'efficacité dans les conditions réelles d'utilisation et leur variabilité. Cette distinction est essentielle puisqu'elle prend en considération le milieu d'utilisation, son dynamisme et sa variabilité.

Face à la panoplie de risques et de protecteurs sur le marché, l'approvisionnement fait référence à la gestion administrative des ÉPI. C'est un élément à prendre en considération d'autant plus qu'il influence la question de port de l'ÉPI. Cette catégorie englobe :

- les coûts dont ceux d'achat, d'entretien et de certification,
- la disponibilité, son existence sur le marché et l'accessibilité, l'accès pour le travailleur au moment opportun,
- la durabilité comprend la solidité ou résistance mécanique ainsi que l'usure à l'utilisation, la dégradation due aux conditions environnementales et la date de péremption s'il y a lieu,
- l'entretien requis inclut les procédures à réaliser et les signes de désuétude.

Avec la relation intime homme-ÉPI, le confort de l'utilisateur est requis pour favoriser le port effectif de l'ÉPI. On peut distinguer le confort en deux composantes : physique et

psychosocial. Le confort physique comprend les critères d'ajustement, d'interférences, de confort de contact et de confort thermique. Tout dépendant de l'ÉPI dont il est question, d'autres critères peuvent influencer le confort physique tel que la dextérité pour les vêtements de protection. Les interférences peuvent être de différentes natures : inter-ÉPI ou avec un élément du travail dont les outils et les tâches à réaliser. Quant au confort psychosocial, il regroupe deux critères : la convivialité et l'apparence générale. Ces critères semblent moins pertinents que d'autres, pourtant, ils sont tout aussi valables puisqu'ils influencent le port effectif et adéquat des ÉPI. La convivialité peut être définie comme étant l'ensemble des éléments qui favorisent l'utilisation et l'entretien intuitifs de l'ÉPI. Il est vrai que pour les environnements hostiles ou pour les situations critiques, ce groupe peut être pallié par une solide formation des travailleurs qui démontre le bien fondé de la protection et prouve hors de tout doute que la seule protection disponible éprouve des lacunes au niveau du confort psychosocial. Idéalement, cette situation devrait être temporaire et une veille technologique serrée devrait être entreprise pour améliorer et corriger la situation.

L'ensemble de ces catégories doit faire l'objet d'une analyse puisque les critères sont parfois antagonistes. De plus, l'ÉPI ne protège que s'il est porté adéquatement. La protection est assurée par les critères de performance; la question de port relève des critères d'approvisionnement et de confort.

7.2 Travail, environnement, individus et risques.

Connaître les tâches à effectuer, l'environnement de travail, les caractéristiques physiques et psychiques des utilisateurs ainsi que l'analyse des risques demeurent essentiels pour la sélection optimale des ÉPI aussi adaptés que possible. Ensuite, à partir des démarches existantes et des textes de loi, il s'agit d'établir un consensus autour des concepts, de la terminologie et des définitions pour structurer et élaborer la démarche d'évaluation universelle des ÉPI.

Les critères sont évalués, observés ou validés lors des trois différentes étapes d'essais, c'est-à-dire la présélection, les essais préliminaires et les essais terrain. Un critère peut être évalué, partiellement ou totalement, à une étape, faire l'objet d'une validation ou d'une vérification aux étapes subséquentes ou précédentes.

La présélection est davantage une évaluation théorique qui se fait à partir de catalogues de fournisseurs, de sites web, de guides de sélection. L'expérience de l'équipe et l'implication des futurs utilisateurs sont des éléments clés qui facilitent l'application de la méthodologie. Dans le cas d'un ÉPI certifié, l'efficacité est vérifiée à complétude lors de cette étape.

Les essais préliminaires sont réalisés au moyen d'analyses en laboratoire, de simulations de travail et de modélisations. Pour des questions éthiques, la performance doit absolument être validée avant de soumettre les ÉPI à des utilisateurs. Ce qui ouvre la porte à une subdivision de cette étape d'essais : une première partie sans travailleur, puis une deuxième avec l'implication d'un groupe témoin.

Les essais terrain se basent sur des conditions de travail réelles sur une période suffisamment longue pour permettre aux utilisateurs de s'habituer aux ÉPI. Le questionnement vérifie principalement des questions de confort psychosocial. Les autres critères font l'objet de vérifications et de validation telles que la durabilité, le confort physique et les coûts d'utilisation. La méthodologie s'applique à l'ensemble des ÉPI, pas à un en particulier. Elle doit être adaptée en fonction du contexte d'utilisation et du type d'équipement. Les critères restent les mêmes; ce sont les moyens de les évaluer qui vont changer.

Les essais se divisent en trois phases distinctes indispensables. Les mêmes critères reviennent étapes après étapes, mais le niveau de questionnement diffère. La répartition de l'évaluation de chacun des critères en fonction de l'étape d'essais est proposée au tableau 7.1. Les pourcentages sont donnés à titre indicatif et sont approximatifs.

Tableau 7.1 Répartition des critères d'évalution lors des phases d'essais

			Présélection	Essais préliminaires	Essais terrain
Performance	Efficacité		**5-100%**	**0-100%**	*0%*
	Fiabilité		25-50%	**40-65%**	*5-10%*
Approvisionnement	Disponibilité		**100%**	*0%*	*0%*
	Accessibilité		**70-80%**	*0-5%*	10-25%
	Coûts	d'achat	**100%**	*0%*	*0%*
		d'entretien	**40-60%**	10-25%	20-35%
		de stockage	**40-60%**	10-25%	20-35%
		de renouvellement	**40-60%**	10-25%	20-35%
	Entretien		**80-90%**	*0-10%*	*0-10%*
	Durabilité		**5-75%**	20-60%	10-35%
Confort physique	Ajustement		20-30%	**40-70%**	10-30%
	Confort thermique		5-30%	**50-75%**	10-20%
	Confort de contact		5-20%	**50-80%**	10-15%
	Interférences		*5-15%*	**60-90%**	5-25%
Confort psychosocial	Apparence générale		*0-5%*	**50-75%**	**25-50%**
	Convivialité		*0-5%*	**50-75%**	**25-50%**

Au tableau 7.1, à gauche, on retrouve les quatre grandes catégories de critères ainsi que ces derniers. En haut, les trois phases d'essais ont chacune leur colonne respective. Les cases grisées représentent la phase d'essais où le critère est principalement évalué. À l'étape de la présélection, la sélection se fait de manière plutôt théorique, à partir de sites web, de catalogues de fournisseurs et de l'expérience de l'équipe en place. Les éléments analysés lors de cette étape sont surtout ceux relatifs à l'approvisionnement. Si l'ÉPI est certifié, l'efficacité peut alors être vérifiée à complétude. L'étape des essais préliminaires se concentrent sur la performance de l'ÉPI, lorsqu'il n'y a pas de certification en vertu des risques présents dans le milieu de travail et sur le confort. Il est important, sinon essentiel, de s'assurer que les ÉPI proposés puissent convenir aux utilisateurs futurs avant d'entreprendre des essais terrain en conditions de travail réelles. Lors des essais terrain, on s'assure du confort psychosocial. De plus, les critères précédemment vérifiés doivent être validés auprès des utilisateurs dans des conditions de travail réelles. La durée des essais terrain doit minimalement correspondre à la durée de stabilisation de la courbe d'apprentissage. Ainsi,

certains critères tels que la durabilité peuvent être vérifiés puisque les essais s'effectuent sur une période suffisamment longue.

Voyons comment l'évaluation d'un critère évolue en fonction des phases en prenant l'exemple de l'efficacité :

À la présélection (5 à 100%) :

Si l'ÉPI est certifié pour l'ensemble des risques exposés, l'efficacité est alors totalement vérifiée. Parfois, l'ÉPI pourrait être certifié pour une partie des risques identifiés, l'efficacité est alors partiellement vérifiée et doit faire l'objet d'analyse plus poussées lors des essais préliminaires. Il est également possible que l'ÉPI ne soit pas du tout certifié, l'évaluation de l'efficacité repose alors sur les indications du fournisseur et l'expérience de l'équipe de sélection et doit être complétée lors des essais préliminaires.

Aux essais préliminaires (0 à 100%) :

Des essais en laboratoire, normalisés ou non, des simulations de travail ou de la modélisation permettent d'évaluer l'efficacité en fonction des risques identifiés. L'efficacité est complètement évaluée et assurée avant les essais en simulation de travail durant lesquels quelques travailleurs porteront les ÉPI.

Aux essais terrain (0%) :

L'efficacité est complètement évaluée et assurée avant les essais terrain. Il n'est pas éthique de fournir un équipement qui ne soit pas en mesure de protéger adéquatement les travailleurs.

L'exemple de la durabilité :

À la présélection (5 à 75%) :

Selon l'information fournie sur la fiche technique de l'ÉPI ou la date de péremption, s'il y a lieu. Par contre, malgré la présence d'une date de péremption, on doit s'assurer que les conditions d'utilisation réelles n'affectent pas la durabilité de l'ÉPI à la baisse.

Aux essais préliminaires (20 à 60%) :

Des essais en laboratoire, normalisés ou non, des simulations de travail ou de la modélisation permettent d'évaluer la durabilité. Il est également possible de vérifier la durabilité lors de cette étape à l'aide d'essais de vieillissement accéléré.

Aux essais terrain (10 à 35%) :

Lors des essais à plus long terme sur le terrain, on peut valider la durabilité de l'ÉPI.

L'exemple des interférences :

À la présélection (5 à 15%) :

En fonction du travail à effectuer et des autres équipements à utiliser, il est possible de déterminer si l'ÉPI occasionne des interférences. Par exemple, dans le cas des élagueurs, étant donné leurs équipements et techniques de travail, une attache dorsale n'est pas possible sur le harnais puisqu'elle nuit à l'accomplissement de leurs tâches.

Aux essais préliminaires (60 à 90%) :

Les simulations de travail permettent de vérifier la présence d'interférence(s).

Aux essais terrain (5 à 25%) :

Lors des essais à plus long terme sur le terrain, on peut valider l'absence d'interférence avec les tâches et autres équipements de l'utilisateur.

Il est important de souligner la question éthique qui exige que l'efficacité soit absolument évaluée et validée à complétude avant d'entreprendre tout essai où les travailleurs auront à porter l'ÉPI. L'évaluation et la validation de l'ensemble des autres critères peuvent être réalisées en parallèle. Il est à noter que le cas idéal est que tous les critères soient évalués à 100%. Si ce n'est pas le cas, l'évaluation peut tout de même être valide, mais on maximise les chances de succès de la méthodologie en validant l'ensemble des critères à complétude.

7.3 Notion de compromis

7.3.1 Port effectif

Les critères pertinents à inclure dans une méthodologie d'évaluation structurée ont été définis. Les modes d'évaluation de ces critères sont propres aux équipements ou aux situations de travail. Pour organiser ces critères, une grille d'évaluation où l'ensemble des essais doivent obtenir un résultat acceptable est une possibilité mentionnée par Arteau et Giguère (1993) puisqu'il est question de conflits entre certains critères (Arteau et Giguère,

1991; 1993). Une matrice de décision, comme une maison de la qualité qui tient compte de l'interaction des différents critères entre eux et qui pondère chaque critère selon l'importance à accorder à chacun, pourrait également être développée. Il est important que chaque critère rencontre minimalement certaines exigences pour que l'ÉPI soit un moyen de prévention efficace. Pour réaliser cet arbitrage, Arteau a suggéré d'utiliser la protection globale qui tient compte à la fois du niveau de protection offert, du nombre de travailleur ayant recours à l'ÉPI et à la durée de port effectif afin de maximiser la protection réelle des travailleurs (tableau 7.3). Ce tableau s'inspire de l'article de la Directive Européenne 1.1.2.1.

Tableau 7.2 Article 1.1.2.1 de la Directive Européenne
Tirée de 89/686/CEE (Union européenne, 1989a)

Article 1.1.2.1 Niveaux de protection aussi élevés que possible
«Le niveau de protection optimal à prendre en compte lors de la conception est celui au-delà duquel les contraintes résultant du port de l'EPI s'opposeraient à son utilisation effective pendant la durée d'exposition au risque, ou au déploiement normal de l'activité.»

Tableau 7.3 Protection globale des ÉPI
Tirée de Arteau (2008, p. 36)

P	N	D	PND = P x N x D
Niveau de protection	Nombre de travailleurs	Durée	Protection globale
99 %	60 %	60 %	36 %
95 %	95 %	95 %	86 %
94 %	100 %	100 %	94 %

Les compromis sont requis entre les critères qui n'abondent pas nécessairement dans le même sens pour établir un choix le plus juste possible. Ce qui est proposé dans le cadre de ce mémoire est que cet optimal soit établi en fonction du contexte d'utilisation, de la gravité et de la fréquence des lésions potentielles telles que définies par la CRAMIF (2004). Ainsi le

niveau de protection de 94% suggéré au tableau 7.3 devrait être établi à partir d'une méthode d'estimation de risque comme celle de la CRAMIF.

Chaque critère doit tout de même atteindre une note de passage pour optimiser la protection des utilisateurs. Les trois premiers critères proposés dans la méthodologie sont essentiels:
- la performance assure la protection, fonction de base de l'ÉPI;
- l'approvisionnement assure la présence d'un ÉPI fonctionnel aux utilisateurs;
- le confort physique favorise un port effectif.

Le confort psychosocial, qui favorise également le port effectif, peut être pallié par la formation et l'information quant aux risques auprès des utilisateurs, surtout pour les utilisations en environnement hostile.

Il n'en reste pas moins que le dilemme entre les performances de production exigées et la protection requise semble freiner l'adoption générale des ÉPI. Toutefois, Davillerd (2002a) a rapporté que certains travailleurs forestiers lui avaient mentionné qu'ils étaient plus performants avec leurs ÉPI puisqu'ils n'avaient plus à se soucier d'être constamment sur leurs gardes.

7.3.2 Durée du port

Parmi l'ensemble des méthodes de sélection des ÉPI consultés, aucun n'apporte de solution à la possibilité que l'ÉPI optimal n'existe pas nécessairement. «Peu de travailleur arrivent à la supporter 8 heures dans le milieu professionnel» en parlant de la protection auditive (Baeza, 1996). Une des solutions serait l'organisation du temps de travail pour réduire la durée de port requise (Labranche, 2007; NF EN 13921, 2007).

Le tableau 7.4 compare l'organisation du travail en laboratoire, en industrie et en environnement exceptionnel, par exemple les espaces clos, en terme d'alternances entre les périodes de repos et celles de travail, et ce, avec et sans protection respiratoire. Comme la protection individuelle augmente la charge physique de travail, les périodes de repos sont plus fréquentes, mais légèrement plus courtes (voir section 2.3.1). Il est possible et même souhaitable de revoir l'organisation du travail avec certains types d'ÉPI comme le suggère la norme française EN 13921 (NF EN 13921, 2007) au tableau 7.5. En programmant des temps d'arrêt où les travailleurs ne sont plus exposés aux risques, périodes où ils n'ont donc plus besoin de porter leurs ÉPI, il leur sera plus aisé de supporter la surcharge de travail engendrée par le port de ces ÉPI. Ces périodes favorisent alors la durée de port effectif de 100% du tableau 7.3 (page 142) lors de leur exposition aux risques.

Tableau 7.4 Division de la journée de travail

Tiré de AFNOR (2000a, p. 181)

Type de travail → Conditions de travail ↓	Laboratoire	Industriel	Exceptionnel
	W W	W R W W R W	W R W R W W R W R W
Sans APR			
Avec APR			

Légende : **W**, périodes de travail (Work); **R**, périodes de repos (Rest).

Tableau 7.5 Limites de durée de travail pour les personnes portant des APR
Tiré de AFNOR (2000a, p. 176)

Appareil	Durée d'utilisation	Temps de repos	Nombre d'utilisation par journée de travail de 8h
Vêtements de protection intégraux sans échange de chaleur avec les appareils de protection respiratoire à air comprimé ou avec les appareils filtrants.	Maximum de 30 minutes	Au moins 90 minutes, y compris le temps nécessaire pour s'habiller et se déshabiller. Pas de travail physique.	Deux dans des conditions de travail peu éprouvantes ; trois si chaque utilisation dure moins de 15 minutes.
Appareil de protection respiratoire autonome à air comprimé.	La durée de l'appareil est limitée par l'alimentation en air et les conditions de travail.		
	Plus de 30 minutes (travail peu fatigant à travail moyennement fatigant.	30 minutes	4
	Jusqu'à 30 minutes (travail fatigant)	60 minutes	4
Appareil de protection respiratoire à circuit fermé pesant plus de 5kg.	Fonction des conditions de travail mais ne doit pas excéder 120 minutes.	120 minutes	2
Appareil de protection respiratoire à circuit fermé pesant moins de 5kg.	La durée d'utilisation de l'appareil est limitée par l'alimentation en air et les conditions de travail.	Le temps de repos doit être plus long que la durée d'utilisation.	4
Appareil de protection respiratoire à air libre et appareil de protection respiratoire à adduction d'air comprimé, avec soupape inspiratoire plus soupape expiratoire.	Jusqu'à 120 minutes en fonction des conditions de travail. En raison de la réduction de poids, la contrainte est moindre que pour les appareils de protection respiratoire à adduction d'air comprimé ou les appareils de protection respiratoire à circuit fermé.	Jusqu'à 30 minutes	Illimité
Appareils filtrants	Jusqu'à 120 minutes, en fonction de la résistance inspiratoire de l'appareil filtrant et des conditions de travail. Il n'est pas tenu compte des limites de durée d'utilisation dues à la saturation du filtre antigaz.	Jusqu'à 30 minutes	Illimité

7.4 Processus itératif et suivi

Afin de procéder à l'implantation et assurer un suivi fiable, trois étapes sont à développer :

- La sélection et évaluation des ÉPI;

  On collige entre autre l'information à propos du déroulement de la sélection et les raisons du rejet de certains ÉPI.
- La diffusion de l'information et formations;

  On y note l'information à divulguer aux utilisateurs, l'affichage des consignes de sécurité. On établit la formation requise pour l'utilisation des ÉPI sélectionnés. On choisit le type de formation souhaitable entre autre sur des questions telles que si le formateur est une personne à l'interne ou à l'externe et la fréquence des formations.
- Les procédures d'inspection périodiques.

  On vérifie les exigences de certification des ÉPI utilisés en plus d'établir les procédures d'entretien et l'identification des signes de désuétude. De plus, on effectue une analyse rigoureuse des accidents impliquant de près ou de loin les ÉPI.

Il est possible et même souhaitable d'arrimer le tout aux procédures existantes dans l'entreprise afin de faciliter l'intégration de la démarche.

On doit garder en tête que les utilisateurs sont des êtres humains avec des préférences, chaque individu est unique, une solution unique peut ne pas convenir à tous. De plus, la sélection et l'évaluation des ÉPI constituent un processus itératif puisque le travail, les risques et les moyens de protection évoluent et changent. Une veille technologique permet de suivre les changements de production-maintenance, de voir le développement de nouveaux moyens de prévention, possiblement à la source, mais également de nouveaux ÉPI.

Un programme de gestion des équipements de protection individuelle permet d'assurer un suivi sur les efforts de sélection et d'évaluation précédemment effectués. Cette mise à jour constante permet également de suivre les derniers développements en matière légale, normative et technologique.

CONCLUSION

L'évaluation et la sélection des équipements de protection individuelle s'insèrent dans un cadre beaucoup plus large, celui de la gestion de la SST et du milieu de travail. Étant donné que les ÉPI sont la solution de dernier recours, tout doit avoir été mis en œuvre pour assurer la protection des travailleurs par l'élimination à la source ou la protection collective. Une sélection adéquate exige avant tout une évaluation des conditions d'utilisation et des risques. Il reste les mesures temporaires et les situations d'urgence qui requièrent l'implantation rapide de mesures de sécurité où une sélection adéquate doit tout de même être assurée, la planification et l'organisation sont alors essentielles. Comme l'ÉPI idéal n'existe pas nécessairement, le meilleur compromis relève parfois de l'organisation du travail en réduisant les périodes pour lesquelles le travailleur doit porter sa protection.

L'objectif de ce travail était de développer un outil qui favorise les chances de succès de la sélection des ÉPI. Pour y arriver, les concepts présentés dans la littérature et les textes de loi ont été confrontés, discutés et organisés pour ultimement obtenir un consensus. Ce mémoire propose cet outil : une méthodologie de sélection et d'évaluation des ÉPI utilisés en milieu de travail qui soit applicable à l'ensemble des ÉPI. L'analyse des risques ainsi que celle de l'environnement de travail sont les étapes préalables essentielles à la sélection adéquate. Il s'en suit une vérification des aspects légaux quant à l'obligation de port pour certaines situations. La phase d'essais est divisée en trois volets : la présélection, les essais préliminaires et les essais terrain. Chacune de ces phases examine les ÉPI selon certains critères, le niveau de questionnement évolue et la validation de ces critères fait partie intégrante de ces étapes. L'évaluation et la sélection des ÉPI n'offrent pas de solution unique, il s'agit davantage de trouver un équilibre parmi les nombreuses exigences que représentent les milieux de travail, les utilisateurs et la protection disponible.

Les critères d'évaluation ont fait l'objet d'un regroupement en quatre catégories dans le cadre de ce travail : la performance, l'approvisionnement, le confort physique et le confort

psychosocial. La performance assure la fonction première de l'ÉPI, soit la protection de l'utilisateur et comprend l'efficacité et la fiabilité. L'approvisionnement est la catégorie davantage administrative des critères, elle regroupe les critères de coûts, de disponibilité, d'entretien et de durabilité. Les conforts physique et psychosocial favorisent l'acceptabilité de l'ÉPI par les utilisateurs, donc le port effectif, condition essentielle pour que l'ÉPI puisse protéger. L'ajustement et les interférences sont quelques-uns des aspects à évaluer pour le confort physique tandis que le confort psychosocial inclut l'apparence générale et la convivialité de l'ÉPI. Le confort psychosocial, bien qu'important, peut être pallié par de la formation. Ce sont surtout dans les cas où il y a impossibilité d'en arriver à un compromis acceptable à ce niveau ou avec des conditions de travail hostiles comme pour les travaux sous-marins.

Suite à des essais terrain concluant, l'implantation est une étape tout aussi cruciale que la sélection et l'évaluation des ÉPI en soi. Pour réussir l'implantation, de nombreux facteurs sont à prendre en considération, il ne s'agit pas simplement d'offrir une formation et de diffuser l'information quant aux nouveaux ÉPI à utiliser. Ce mémoire s'est concentré sur la sélection et l'évaluation adéquate des ÉPI, la phase d'implantation demande également un travail de recherche puisque de nombreuses pistes sont suggérées dans la littérature à ce propos sans toutefois établir de consensus précis. Suite à l'implantation, la phase de bilan et suivi qui assure le respect du maintien des attentes et la pérennité de la démarche s'avère indispensable.

À partir de la définition d'un accident, défini comme étant une libération soudaine et non prévue d'énergie; la lésion accidentelle a pu être redéfinie dans le cadre de ce mémoire comme étant le transfert de cette énergie à un individu. Cette clarification permet de mieux saisir l'impact et les enjeux de l'utilisation des ÉPI dans le processus accidentel induisant des lésions corporelles. En effet, la question de port est étroitement liée à ces définitions; les utilisateurs se questionnent sur la pertinence de porter constamment un ÉPI pour un accident qui ne surviendra peut-être jamais, du moins, à un moment difficilement prévisible.

Ultérieurement, il serait pertinent de développer une base de données qui recense les grandes familles d'équipements de protection individuelle pour chaque partie du corps en fonction des risques (figure C.1). Des pistes de prévention qui se basent sur la règlementation en vigueur tout en indiquant les normes et autres moyens d'évaluation pourraient y être suggérées. Le recensement des fournisseurs pourrait possiblement y être intégré ainsi que tout autre document pertinent disponible. Une collaboration interprovinciale, ou même internationale, permettrait d'élargir et de comparer les exigences en la matière. Cet outil aiderait les préventionnistes et le milieu industriel à mieux cibler des ÉPI appropriés aux risques, aux utilisateurs et à l'environnement de travail.

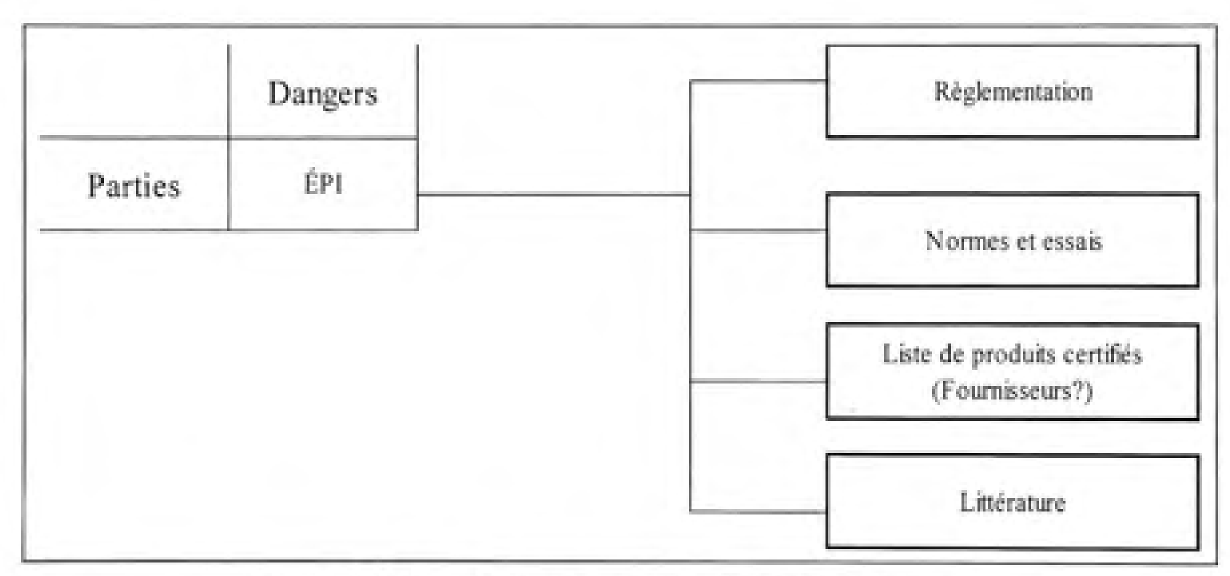


Figure C.1 Base de données sur les ÉPI à développer.

Le schéma illustré à la figure C.1 pourrait s'inscrire dans le cadre de la Directive Européenne 89/656/CEE, annexe VI, tel que présenté à l'annexe X.

De plus, il serait pertinent de mieux comprendre l'influence du mode de distribution des ÉPI sur le port effectif tel que discuté au point 3.3.2.

Finalement, il serait important de réfléchir sur le niveau d'intervention de l'individu requis. Les ÉPI sont décrits comme une protection active en opposition à la protection collective qui est une protection passive. Toutefois, la distinction n'est pas aussi claire. Par exemple, il n'y a qu'à comparer les interventions requises pour chausser une paire de chaussure de protection et celles pour l'installation d'un filet antichute. Bien que les chaussures exigent que l'ensemble des travailleurs posent le geste de mettre leurs souliers, l'installation du filet requiert des points d'ancrage et des installateurs.

ANNEXE I

LOI SUR LA SANTÉ ET LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL – EXTRAITS

(Québec)

(L.R.Q., chapitre S-2.1)
CHAPITRE II
CHAMP D'APPLICATION

Objet de la loi.

2. La présente loi a pour objet l'élimination à la source même des dangers pour la santé, la sécurité et l'intégrité physique des travailleurs.

Participation du travailleur et des employeurs.

Elle établit les mécanismes de participation des travailleurs et de leurs associations, ainsi que des employeurs et de leurs associations à la réalisation de cet objet.

1979, c. 63, a. 2.

Moyens et équipements de protection.

3. La mise à la disposition des travailleurs de moyens et d'équipements de protection individuels ou collectifs, lorsque cela s'avère nécessaire pour répondre à leurs besoins particuliers, ne doit diminuer en rien les efforts requis pour éliminer à la source même les dangers pour leur santé, leur sécurité et leur intégrité physique.

1979, c. 63, a. 3.

SECTION II
L'EMPLOYEUR

§ 2. — *Obligations générales*

Obligations de l'employeur.

51. L'employeur doit prendre les mesures nécessaires pour protéger la santé et assurer la sécurité et l'intégrité physique du travailleur. Il doit notamment:

11° fournir gratuitement au travailleur tous les moyens et équipements de protection individuels choisis par le comité de santé et de sécurité conformément au paragraphe 4° de l'article 78 ou, le cas échéant, les moyens et équipements de protection individuels ou collectifs déterminés par règlement et s'assurer que le travailleur, à l'occasion de son travail, utilise ces moyens et équipements;

§ 3. — *Le programme de prévention*

Objectif.

59. Un programme de prévention a pour objectif d'éliminer à la source même les dangers pour la santé, la sécurité et l'intégrité physique des travailleurs.

Contenu.

5° l'identification des moyens et équipements de protection individuels qui, tout en étant conformes aux règlements, sont les mieux adaptés pour répondre aux besoins des travailleurs de l'établissement;

CHAPITRE IV

LES COMITÉS DE SANTÉ ET DE SÉCURITÉ

78. Les fonctions du comité de santé et de sécurité sont:

4° de choisir les moyens et équipements de protection individuels qui, tout en étant conformes aux règlements, sont les mieux adaptés aux besoins des travailleurs de l'établissement;

CHAPITRE XII
RÈGLEMENTS

Réglementation de la Commission.

223. La Commission peut faire des règlements pour:

9° déterminer, en fonction des catégories d'établissements ou de chantiers de construction, les moyens et équipements de protection individuels ou collectifs que l'employeur doit fournir gratuitement au travailleur;

ANNEXE II

RÈGLEMENT SUR LA SANTÉ ET LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL – EXTRAITS

(Québec)

(c. S-2.1, r.19.01)
Loi sur la santé et la sécurité du travail
(L.R.Q., c. S-2.1, a. 223, 1er al., par. 1°, 3°, 4°, 7°à 16°, 18° à 21.1°, 41° et 42°, 2e al. et 3e al.)

SECTION II
DISPOSITIONS GÉNÉRALES

3. **Objet** : Le présent règlement a pour objet d'établir des normes concernant notamment la qualité de l'air, la température, l'humidité, les contraintes thermiques, l'éclairage, le bruit et d'autres contaminants, les installations sanitaires, la ventilation, l'hygiène, la salubrité et la propreté dans les établissements, l'aménagement des lieux, l'entreposage et la manutention des matières dangereuses, la sécurité des machines et des outils, certains travaux à risque particulier, les équipements de protection individuels et le transport des travailleurs en vue d'assurer la qualité du milieu de travail, de protéger la santé des travailleurs et d'assurer leur sécurité et leur intégrité physique.

D. 885-2001, a. 3.

SECTION VI
ÉQUIPEMENT INDIVIDUEL DE PROTECTION RESPIRATOIRE

45. **Équipement de protection** : Dans le cas où la technologie existante ne permet pas à l'employeur de respecter les articles 40 et 41 et, dans le cas des travaux d'entretien, d'inspection ou de réparation hors atelier, ou de transport dans un endroit où les normes visées aux articles 40 et 41 ne sont pas respectées ou dans l'attente de la mise en œuvre des mesures requises pour respecter ces articles là où la technologie existe, l'employeur doit fournir gratuitement au travailleur et s'assurer qu'il porte l'équipement de protection respiratoire prévu au Guide des appareils de protection respiratoire utilisés au Québec, publié par l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, tel qu'il se lit au moment où il s'applique.

L'équipement doit être choisi, ajusté, utilisé et entretenu conformément à la norme Choix, entretien et utilisation des respirateurs, CSA Z94.4-93. Un programme de protection respiratoire doit être élaboré et mis en application conformément à cette norme.

Toutefois, lorsque l'exposition d'un travailleur à l'amiante ne dépasse pas 5 fois la valeur d'exposition moyenne pondérée, l'employeur peut lui fournir gratuitement un masque certifié au minimum FFP2, en vertu de la norme Appareils de protection respiratoire : demi-masques filtrants contre les particules : exigences, essais, marquage, EN-149, par un laboratoire accrédité par le Comité européen de normalisation. Dans un tel cas, l'employeur doit s'assurer que le travailleur porte cet équipement.
Cette disposition ne diminue en rien l'obligation de l'employeur de réduire à la source même les dangers pour la santé, la sécurité et l'intégrité physique des travailleurs.

D. 885-2001, a. 45.

47. **Utilisation de l'équipement de protection** : L'équipement de protection respiratoire visé à l'article 45 doit être :

1° conçu pour offrir une protection à l'égard du danger auquel est exposé le travailleur ;
2° tenu en état de fonctionner ;
3° inspecté par le travailleur à chaque fois qu'il le porte ;
4° inspecté par l'employeur au moins une fois par mois et à chaque fois que le travailleur qui porte cet équipement signale à son employeur qu'il est défectueux ;
5° désinfecté avant d'être utilisé par un autre travailleur, sauf en cas d'urgence ;
6° entreposé dans un endroit propre.

L'utilisation et le fonctionnement de cet équipement doivent être expliqués aux travailleurs et l'employeur doit s'assurer que ceux-ci en comprennent parfaitement l'usage.

D. 885-2001, a. 47.

SECTION XIII
CONTRAINTES THERMIQUES

124. **Mesures particulières** : Dans tout établissement où des travailleurs sont soumis à des conditions thermiques telles que l'indice de contrainte thermique dépasse la courbe de travail continu indiquée au graphique de l'annexe V, les mesures suivantes doivent être prises :

3° si l'application des paragraphes 1° et 2° se révèle impossible ou ne permet pas d'atteindre les courbes indiquées au graphique de l'annexe V ou en attendant que les transformations requises selon le paragraphe 1° soient faites, s'assurer que les travailleurs portent des équipements de protection individuels appropriés, selon la nature de la contrainte thermique.
D. 885-2001, a. 124.

SECTION XV

BRUIT

136. **Mesures correctives et équipements de protection individuels** : L'employeur doit se conformer aux normes établies aux articles 131 à 135 en mettant en oeuvre les mesures indiquées ci-dessous dans l'ordre suivant :

1° réduire le bruit à la source ;

2° isoler tout poste de travail exposé à ce bruit ;

3° insonoriser les locaux de travail.

Dans le cas où il se révèle impossible, en appliquant les mesures prévues au premier alinéa, de respecter les normes prévues aux articles 131 à 135 ou en attendant que les transformations requises par cet alinéa soient réalisées, l'employeur doit mettre des protecteurs auditifs à la disposition des travailleurs ou doit limiter le temps d'exposition des travailleurs conjointement avec un programme audiométrique.

Les mesures prévues au premier alinéa doivent être mises en oeuvre même si l'employeur ne réussit pas ainsi à respecter les normes prévues aux articles 131 à 135.

D. 885-2001, a. 136.

137. **Protecteurs auditifs** : Tout protecteur auditif fourni à un travailleur conformément au deuxième alinéa de l'article 136 doit atténuer le bruit de telle sorte que le travailleur ne soit plus exposé à des bruits qui excèdent les normes établies aux articles 131 à 135.

Ces protecteurs auditifs doivent être conformes à la norme Protecteurs auditifs, ACNOR Z94.2-1974.

Ils doivent également être désinfectés avant d'être utilisés par un autre travailleur, sauf en cas d'urgence.

SECTION XXI
MACHINES

§1. Protecteurs et dispositifs de protection

183. Mesures de sécurité équivalente : L'article 182 ne s'applique pas lorsqu'il est prévisible que l'installation d'un protecteur ou d'un dispositif de protection sur une machine aura pour résultat de rendre raisonnablement impraticable la fonction même pour laquelle

cette machine a été conçue, notamment une souffleuse à neige, un aiguillage de voie ferrée ou un appareil médical destiné à intervenir directement sur le patient.

Dans ce cas, l'employeur doit prendre des mesures qui assurent une sécurité équivalente aux travailleurs, notamment quant à l'organisation du travail, à la formation des travailleurs, aux conditions de fonctionnement et aux modes opératoires de la machine, et aux moyens et aux équipements de protection individuels, qui tiennent compte de l'absence de protecteur ou de dispositif de protection.

D. 885-2001, a. 183.

SECTION XXIII

MANUTENTION ET TRANSPORT DU MATÉRIEL

§5. Véhicules tout terrain

286. Conditions d'utilisation : L'utilisation d'un véhicule tout terrain n'est permise qu'aux conditions suivantes :

1° le véhicule est monté sur au moins quatre roues ;

2° il est muni d'un extincteur portatif de type ABC homologué Underwriters' Laboratories of Canada (ULC), si le travail comporte des risques d'incendie ;

3° il est muni d'un fanion jaune d'une surface d'au moins 0,05 mètre carré et placé à au moins 1,5 mètre du sol, si le véhicule est utilisé dans les cours ;

4° les travailleurs ont été formés et informés relativement aux dangers spécifiques reliés à l'utilisation de ce type de véhicule ;

5° le port des équipements de protection individuels suivants est obligatoire pour le conducteur :

a) un casque protecteur pour motocycliste et motoneigiste conforme au Règlement sur les casques protecteurs pour motocyclistes, cyclomotoristes, motoneigistes et leurs passagers (D. 1015-95) ;

b) des lunettes de protection ou une visière conçue pour être ajoutée au casque protecteur ;

c) des gants souples qui assurent une bonne adhérence aux poignées et aux commandes du véhicule ;

6° le port des équipements de protection individuels prévus aux sous-paragraphes *a* et *b* du paragraphe 5° est également obligatoire pour tout passager.

D. 885-2001, a. 286.

SECTION XXVI

TRAVAIL DANS UN ESPACE CLOS

300. Cueillette de renseignements préalable à l'exécution d'un travail : Avant que ne soit entrepris un travail dans un espace clos, les renseignements suivants doivent être disponibles, par écrit, sur les lieux mêmes du travail :

2° les mesures de prévention à prendre pour protéger la santé et assurer la sécurité et l'intégrité physique des travailleurs, et plus particulièrement celles concernant :

c) les moyens et les équipements de protection individuels ou collectifs que doit utiliser le travailleur à l'occasion de son travail ;

305. Mesures particulières : À moins que des mesures particulières de sécurité ne soient prises par l'employeur, aucun travailleur ne peut pénétrer ou être présent dans un espace clos lorsqu'une personne qualifiée y décèle la présence d'un contaminant, autre que ceux identifiés conformément à l'article 300, dans une concentration ou en intensité telles qu'il est nécessaire que de telles mesures soient prises.

Ces mesures comprennent une formation élaborée par une personne qualifiée et ayant pour objet les méthodes et les techniques qui doivent être utilisées par le travailleur pour accomplir son travail de façon sécuritaire dans cet espace clos. Elles peuvent également prévoir, le cas échéant, l'utilisation d'équipements appropriés à ce type de travail de même que les moyens et les équipements de protection individuels ou collectifs que doit utiliser le travailleur.

D. 885-2001, a. 305.

309. Procédure de sauvetage : Une procédure de sauvetage qui permet de porter secours rapidement à tout travailleur effectuant un travail dans un espace clos doit être élaborée et éprouvée.

Une telle procédure doit être appliquée dès que la situation le requiert.

Cette procédure doit prévoir les équipements de sauvetage nécessaires. Elle peut aussi notamment prévoir une équipe de sauveteurs, un plan d'évacuation, des appareils d'alarme et de communications, des équipements de protection individuels, des harnais de sécurité et des

cordes d'assurance, une trousse et des appareils de premiers secours ainsi que des équipements de récupération.

D. 885-2001, a. 309.

310. Accès sans obstruction : Les moyens ou les équipements de protection individuels ou collectifs utilisés par les travailleurs ne doivent pas nuire à ceux-ci lors de leur entrée dans l'espace clos ou de leur sortie.

D. 885-2001, a. 310.

SECTION XXX
MOYENS ET ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION INDIVIDUELS OU COLLECTIFS

338. Obligations de l'employeur : L'employeur doit fournir gratuitement au travailleur les moyens et les équipements de protection individuels ou collectifs prévus à la présente section ainsi qu'au sous-paragraphe *c* du paragraphe 2° du premier alinéa de l'article 300 et à l'article 312 et s'assurer que le travailleur, à l'occasion de son travail, utilise ces moyens et ces équipements.

L'employeur doit également s'assurer que les travailleurs ont reçu l'information nécessaire sur l'usage de tels moyens et de tels équipements de protection.

D. 885-2001, a. 338.

339. Obligations du travailleur : Le travailleur doit porter ou utiliser, selon le cas, les moyens et les équipements de protection individuels ou collectifs prévus à la présente section ainsi qu'au sous-paragraphe *c* du paragraphe 2° du premier alinéa de l'article 300 et à l'article 312.

D. 885-2001, a. 339.

340. Mesures de sécurité : Aux endroits où il y a danger de contact avec des pièces en mouvement, tout travailleur doit respecter les normes suivantes :

1° ses vêtements doivent être bien ajustés et ne doivent comporter aucune partie flottante ;

2° le port de colliers, de bracelets et de bagues lui est interdit, à l'exception des bracelets médicaux ;

3° s'il a les cheveux longs, ceux-ci doivent être contenus dans un bonnet, un casque ou un filet.

D. 885-2001, a. 340.

341. Casque de sécurité contre l'impact vertical : Le port d'un casque de sécurité conforme à la norme Protective Headwear for Industrial Workers, ANSI Z89. 1-1986 est obligatoire pour tout travailleur exposé à être blessé à la tête par des impacts verticaux, par la pénétration d'objets qui tombent ou par un choc électrique.

D. 885-2001, a. 341.

342. Casque de sécurité contre les impacts verticaux et latéraux : Le port d'un casque de sécurité certifié selon la norme Casques de sécurité pour l'industrie, CAN/CSA Z94.1-92 est obligatoire pour tout travailleur exposé à être blessé à la tête par des impacts verticaux, par la pénétration d'objets qui tombent, par des chocs latéraux ou par un choc électrique.

D. 885-2001, a. 342.

343. Protecteurs oculaires et faciaux : Le port soit de protecteurs oculaires, soit d'un protecteur facial, conformes à la norme Protecteurs oculaires et faciaux pour l'industrie, CAN/CSA Z94.3-92 est obligatoire pour tout travailleur qui est exposé à un danger pouvant occasionner une lésion aux yeux ou à la figure causée notamment par :

1° des particules ou des objets ;

2° des matières dangereuses ou des métaux en fusion ;

3° des rayonnements intenses.

D. 885-2001, a. 343.

344. Chaussures de protection : Le port de chaussures de protection conformes à la norme Chaussures de protection, CAN/CSA-Z195-02 est obligatoire pour tout travailleur exposé à se blesser les pieds dans les cas suivants :

1° par perforation ;
2° par un choc électrique ;
3° par l'accumulation de charges électrostatiques ;

4° à la suite de la chute d'objets lourds, brûlants ou tranchants ;

5° par contact avec du métal en fusion ;

6° par contact avec des matières dangereuses qui sont sous forme liquide et à des températures intenses ;

7° par contact avec des matières dangereuses qui sont corrosives ;

8° lors d'autres travaux dangereux.

D. 885-2001, a. 344; D. 1120-2006, a. 10.

345. Protecteurs pour les autres parties du corps : Le port d'un équipement de protection approprié à la nature de son travail, tel qu'une cagoule, un tablier, des jambières, des manchettes et des gants, est obligatoire pour tout travailleur exposé à des objets brûlants, tranchants ou qui présentent des arêtes vives ou des saillies dangereuses, à des éclaboussures de métal en fusion, ou au contact de matières dangereuses.

D. 885-2001, a. 345.

346. Dispositifs de protection contre les chutes : Le port d'un harnais de sécurité est obligatoire pour tout travailleur exposé à une chute de plus de 3 mètres de sa position de travail, sauf si le travailleur est protégé par un autre dispositif lui assurant une sécurité équivalente ou par un filet de sécurité, ou lorsqu'il ne fait qu'utiliser un moyen d'accès ou de sortie.

D. 885-2001, a. 346.

347. Harnais de sécurité : Un harnais de sécurité doit être conforme à la norme Harnais de sécurité, CAN/CSA Z259.10-M90 et être utilisé avec l'un des systèmes suivants :

1° un absorbeur d'énergie auquel est relié un cordon d'assujettissement ne permettant pas une chute libre de plus de 1,2 mètre ;

2° un enrouleur-dérouleur qui inclut un absorbeur d'énergie ou qui y est relié.
L'absorbeur d'énergie doit être conforme à la norme Absorbeurs d'énergie pour dispositifs antichutes, CAN/CSA Z259.11-M92.
Le cordon d'assujettissement doit être conforme à la norme Ceintures de sécurité et cordons d'assujettissement, CAN/CSA-Z259.1-95.

L'enrouleur-dérouleur doit être conforme à la norme Dispositifs antichutes, descendeurs et cordes d'assurance, ACNOR Z259.2-M1979.

D. 885-2001, a. 347.

348. **Point d'attache** : Le point d'attache du cordon d'assujettissement d'un harnais de sécurité doit être fixé de l'une ou l'autre des façons suivantes :

1° ancré à un élément ayant une résistance à la rupture d'au moins 18 kilonewtons ;

2° attaché à un coulisseau conforme à la norme Dispositifs antichutes, descendeurs et cordes d'assurance, ACNOR Z259.2-M1979 ;

3° attaché à un système de corde d'assurance horizontale et d'ancrages, conçu par un ingénieur, ainsi qu'en fait foi un plan ou une attestation disponible sur les lieux mêmes du travail.

D. 885-2001, a. 348.

349. **Corde d'assurance verticale** : Une corde d'assurance verticale doit :

1° être conforme à la norme Dispositifs antichutes, descendeurs et cordes d'assurance, ACNOR Z259.2-M1979 ;
2° être utilisée par une seule personne ;
3° avoir une longueur inférieure à 90 mètres ;
4° être fixée à un ancrage individuel ayant une résistance à la rupture d'au moins 18 kilonewtons ;
5° être protégée de manière à ne pas entrer en contact avec une arête vive ;
6° être exempte de nœuds, d'épissures, sauf aux extrémités de la corde, et d'imperfections. Aux fins de l'application du paragraphe 6, on entend par « épissures », des fils d'une corde qui sont entrelacés pour former une boucle à l'extrémité de la corde.

D. 885-2001, a. 349; D. 510-2008, a. 4.

350. **Ceinture de sécurité** : Lorsqu'une ceinture de sécurité est mise à la disposition d'un travailleur, celle-ci ne peut être utilisée que pour limiter le déplacement du travailleur ou pour le maintenir dans sa position de travail.

Une telle ceinture doit être conforme à la norme Ceintures de sécurité et cordons d'assujettissement, CAN/CSA-Z259.1-95.

Une ceinture de sécurité ne peut être utilisée comme équipement de protection individuel servant à arrêter la chute d'un travailleur.

D. 885-2001, a. 350.

351. **Échafaudage volant** : Lorsque le travailleur utilise un échafaudage volant suspendu à 4 câbles de levage, le point d'attache du cordon d'assujettissement doit être fixé de l'une des façons suivantes :

1° en l'ancrant à un élément de plate-forme ayant une résistance à la rupture d'au moins 18 kilonewtons ;

2° en le reliant à un câble métallique d'au moins 8 millimètres de diamètre, fixé aux extrémités et au centre de la plate-forme.

D. 885-2001, a. 351.

352. **Mousqueton et cran de sûreté** : Lorsque le cordon d'assujettissement comporte à son extrémité un mousqueton à bec de canard, ce mousqueton doit être muni d'un cran de sûreté autoverrouillant.

D. 885-2001, a. 352.

353. **Filet de sécurité** : Un filet de sécurité doit être utilisé dans les cas suivants :

1° lorsque le port d'un harnais de sécurité gêne le travailleur ou présente un danger pour sa sécurité ;
2° lorsque la protection offerte par le harnais de sécurité et le vêtement de flottaison individuel n'est pas suffisante en raison de la nature du travail.

D. 885-2001, a. 353.

354. Utilisation du filet de sécurité : Le filet de sécurité doit :

1° être placé de façon à empêcher une personne de tomber de plus de 6 mètres de hauteur en chute libre ;

2° être d'une surface suffisante pour intercepter une personne en cas de chute ;

3° pouvoir supporter une masse de 115 kilogrammes tombant de la hauteur maximale de 6 mètres avec un facteur de sécurité de 3 ;

4° être assez souple pour « faire poche » et retenir une personne en cas de chute ;

5° résister à l'action des agents atmosphériques ;

6° être libre de tout débris ;

7° être fait de mailles d'environ 150 millimètres sur 150 millimètres ;

8° être installé de telle manière que, lors de son utilisation, la personne qui y chute ne pourra heurter un obstacle situé au-dessus ou en dessous du filet ou être heurtée par un quelconque objet.

D. 885-2001, a. 354.

355. Vêtement de flottaison : Le port d'un vêtement de flottaison individuel est obligatoire pour tout travailleur qui travaille au-dessus de l'eau, si les conditions suivantes sont satisfaites :

1° aucune autre mesure de sécurité ne peut le protéger efficacement ;

2° la profondeur de l'eau est suffisante pour en permettre une utilisation efficace.

D. 885-2001, a. 355.

356. Attributs du vêtement de flottaison : Le vêtement de flottaison individuel doit être adapté à la situation de travail et porter un tampon ou une étiquette d'approbation de Transport Canada.
D. 885-2001, a. 356.

357. Équipements de sauvetage : Outre les vêtements de flottaison individuels, les équipements de sauvetage suivants doivent être mis à la disposition des travailleurs travaillant au-dessus de l'eau :

1° une embarcation motorisée en bon état, placée dans l'eau près des lieux de travail et munie :

a) d'une bouée de sauvetage reliée à un câble de chanvre de Manille d'un diamètre de 10 millimètres et d'au moins 15 mètres de longueur ;

b) d'une gaffe ;

c) de vêtements de flottaison individuels en nombre suffisant pour le nombre de sauveteurs ;

d) de rames ;

2° s'il y a du courant, un câble auquel sont reliés des flotteurs capables de supporter une personne dans l'eau ;

3° un système d'alarme pour déclencher les opérations de sauvetage.

Une personne doit être nommément désignée pour diriger les opérations de sauvetage.

D. 885-2001, a. 357.

ANNEXE III

CODE CANADIEN DU TRAVAIL - EXTRAITS

(chapitre L-2)

«OBJET

122.2 La prévention devrait consister avant tout dans l'élimination des risques, puis dans leur réduction, et enfin dans la fourniture de matériel, d'équipement, de dispositifs ou de vêtements de protection, en vue d'assurer la santé et la sécurité des employés.

2000, ch. 20, art. 3.

OBLIGATIONS DES EMPLOYEURS

l) de fournir le matériel, l'équipement, les dispositifs et les vêtements de sécurité réglementaires à toute personne à qui il permet l'accès du lieu de travail; *w*) de veiller à ce que toute personne admise dans le lieu de travail connaisse et utilise selon les modalités réglementaires le matériel, l'équipement, les dispositifs et les vêtements de sécurité réglementaires; *z.13*) selon les besoins, d'élaborer et de mettre en œuvre, en consultation — sauf en cas d'urgence — avec le comité d'orientation ou, à défaut, le comité local ou le représentant, un programme de fourniture de matériel, d'équipement, de dispositifs ou de vêtements de protection personnels, et d'en contrôler l'application;

OBLIGATIONS DES EMPLOYÉS

a) d'utiliser le matériel, l'équipement, les dispositifs et les vêtements de sécurité que lui fournit son employeur ou que prévoient les règlements pour assurer sa protection;

COMITÉS D'ORIENTATION EN MATIÈRE DE SANTÉ ET DE SÉCURITÉ

e) participe à l'élaboration et au contrôle d'application du programme de fourniture de matériel, d'équipement, de dispositifs et de vêtements de protection personnelle; (5) Le comité d'orientation peut exiger de l'employeur les renseignements qu'il juge nécessaires afin de recenser les risques réels ou potentiels que peuvent présenter dans tout lieu de travail relevant de l'employeur les matériaux, les méthodes de travail ou l'équipement qui y sont utilisés ou les tâches qui s'y accomplissent.

COMITÉS LOCAUX DE SANTÉ ET DE SÉCURITÉ

f) participe à la mise en œuvre et au contrôle d'application du programme de fourniture de matériel, d'équipement, de dispositifs ou de vêtements de protection personnelle et, en l'absence de comité d'orientation, à son élaboration;

REPRÉSENTANTS EN MATIÈRE DE SANTÉ ET DE SÉCURITÉ

m) participe à la mise en œuvre et au contrôle d'application du programme de fourniture de matériel, d'équipement, de dispositifs ou de vêtements de protection personnelle et, en l'absence de comité d'orientation, à son élaboration.»

ANNEXE IV

OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY ACT - EXTRAITS

(Ontario)

R.S.O. 1990

PART III
DUTIES OF EMPLOYERS AND OTHER PERSONS

Duties of employers

25. (1) An employer shall ensure that,

(a) the equipment, materials and protective devices as prescribed are provided;

(b) the equipment, materials and protective devices provided by the employer are maintained in good condition;

(d) the equipment, materials and protective devices provided by the employer are used as prescribed; and

Duties of supervisor

27. (1) A supervisor shall ensure that a worker,

(a) works in the manner and with the protective devices, measures and procedures required by this Act and the regulations; and

(b) uses or wears the equipment, protective devices or clothing that the worker's employer requires to be used or worn.

Duties of workers

28. (1) A worker shall,

(b) use or wear the equipment, protective devices or clothing that the worker's employer requires to be used or worn;

Idem

(2) No worker shall,

(a) remove or make ineffective any protective device required by the regulations or by his or her employer, without providing an adequate temporary protective device and when the need for removing or making ineffective the protective device has ceased, the protective device shall be replaced immediately;

ANNEXE V

HAZARDOUS PRODUCT ACT - EXTRAITS

(Colombie-Britannique)

General Requirements

8.2 Responsibility to provide

(1) A worker is responsible for providing

(a) clothing needed for protection against the natural elements,

(b) general purpose work gloves and appropriate footwear including safety footwear, and

(c) safety headgear.

(2) An employer is responsible for providing, at no cost to the worker, all other items of personal protective equipment required by this Regulation.

(3) If the personal protective equipment provided by the employer causes allergenic or other adverse health effects, the employer must provide appropriate alternate equipment or safe measures.

(4) Nothing in this section precludes or alters an existing or future agreement between a worker or workers and an employer to the effect that the employer will be responsible for the provision either at no cost or some cost to the worker, of any or all of the items described in subsection (1).

Note: Part 8 provides requirements for most types of protective clothing and equipment. See Part 7 on Noise for hearing protection requirements.

8.3 Selection, use and maintenance

(1) Personal protective equipment must

(a) be selected and used in accordance with recognized standards, and provide effective protection,

(b) not in itself create a hazard to the wearer,

(c) be compatible, so that one item of personal protective equipment does not make another item ineffective, and

(d) be maintained in good working order and in a sanitary condition.

(2) If the use of personal protective equipment creates hazards equal to or greater than those its use is intended to prevent, alternative personal protective equipment must be used or other appropriate measures must be taken.

[Amended by B.C. Reg. 312/2003, effective October 29, 2003.]

* See also section 4.3 of the OHS Regulation.

8.4 Workplace Evaluation

If an evaluation of workplace conditions is required to determine appropriate personal protective equipment, the evaluation, where practicable, must be done in consultation with the joint committee or the worker health and safety representative, as applicable, and with the worker who will use the equipment.

8.5 Program

If personal protective equipment is required to protect against a chemical exposure or an oxygen deficient atmosphere the employer must implement an effective protective equipment program at the workplace which includes

(a) a statement of purpose and responsibilities,

(b) written procedures for selection, use, inspection, cleaning, maintenance and storage of protective equipment, when required,

(c) instruction and training in the correct use and maintenance of the equipment,

(d) for respiratory equipment, medical assessment of respirator wearers, when required,

(e) documentation when required, and

(f) program review.

8.6 Annual review

(1) The personal protective equipment program must be reviewed annually by the employer in consultation with the joint committee or the worker health and safety representative, as applicable.

(2) The annual review must

(a) assess exposure control measures to ensure their continued effectiveness,

(b) determine the need for further control,

(c) ensure the adequacy of instruction, and

(d) for respiratory protection, assess the adequacy of exposure monitoring data and assess the need for further monitoring, and ensure the adequacy of the fit test program.

8.7 Instruction

The employer must ensure that a worker who wears personal protective equipment is adequately instructed in the correct use, limitations and assigned maintenance duties for the equipment to be used.

8.8 Supervisor's responsibilities

The supervisor must ensure that appropriate personal protective equipment is

(a) available to workers,

(b) properly worn when required, and

(c) properly cleaned, inspected, maintained and stored.

8.9 Worker's responsibilities

(1) A worker who is required to use personal protective equipment must

(a) use the equipment in accordance with training and instruction,

(b) inspect the equipment before use,

(c) refrain from wearing protective equipment outside of the work area where it is required if to do so would constitute a hazard, and

(d) report any equipment malfunction to the supervisor or employer.

(2) A worker who is assigned responsibility for cleaning, maintaining or storing personal protective equipment must do so in accordance with training and instruction provided.

8.10 Personal clothing and accessories

(1) The personal clothing of a worker must be of a type and in a condition which will not expose the worker to any unnecessary or avoidable hazards.

(2) If there is a danger of contact with moving parts of machinery or with electrically energized equipment, or if the work process presents similar hazards

(a) the clothing of the worker must fit closely about the body,

(b) dangling neckwear, bracelets, wristwatches, rings or similar articles must not be worn, except for medical alert bracelets which may be worn with transparent bands that hold the bracelets snugly to the skin, and

(c) cranial and facial hair must be confined, or worn at a length which will prevent it from being snagged or caught in the work process.

ANNEXE VI

DIRECTIVE EUROPÉENNE 89/686/CEE - EXTRAITS

ANNEXE II

EXIGENCES ESSENTIELLES DE SANTÉ ET DE SÉCURITÉ

1. EXIGENCES DE PORTÉE GÉNÉRALE APPLICABLES À TOUS LES EPI

Les EPI doivent assurer une protection adéquate contre les risques encourus.

1.1. Principes de conception

1.1.1. Ergonomie

Les EPI doivent être conçus et fabriqués de façon telle que, dans les conditions d'emploi prévisibles auxquelles ils sont destinés, l'utilisateur puisse déployer normalement l'activité l'exposant à des risques, tout en disposant d'une protection de type approprié et d'un niveau aussi élevé que possible.

1.1.2. Niveaux et classes de protection

1.1.2.1. Niveaux de protection aussi élevés que possible

Le niveau de protection optimal à prendre en compte lors de la conception est celui au-delà duquel les contraintes résultant du port de l'EPI s'opposeraient à son utilisation effective pendant la durée d'exposition au risque, ou au déploiement normal de l'activité.

1.1.2.2. Classes de protection appropriées à différents niveaux d'un risque

Lorsque diverses conditions d'emploi prévisibles conduisent à distinguer plusieurs niveaux d'un même risque, des classes de protection appropriées doivent être prises en compte lors de la conception de l'EPI.

1.2. Innocuité des EPI

1.2.1. Absence de risques et autres facteurs de nuisance «autogènes»

Les EPI doivent être conçus et fabriqués de façon à ne pas engendrer de risques et autres facteurs de nuisance, dans les conditions prévisibles d'emploi.

1.2.1.1. Matériaux constitutifs appropriés

Les matériaux constitutifs des EPI et leurs éventuels produits de dégradation ne doivent pas avoir d'effets nocifs sur l'hygiène ou la santé de l'utilisateur.

1.2.1.2. État de surface adéquat de toute partie d'un EPI en contact avec l'utilisateur

Toute partie d'un EPI en contact ou susceptible d'entrer en contact avec l'utilisateur pendant la durée du port doit être dépourvue d'aspérités, arêtes vives, pointes saillantes, etc., susceptibles de provoquer une irritation excessive ou des blessures.

1.2.1.3. Entraves maximales admissibles pour l'utilisateur

Les EPI doivent s'opposer le moins possible aux gestes à accomplir, aux postures à prendre et à la perception des sens. En outre, ils ne doivent pas être à l'origine de gestes qui mettent l'utilisateur ou d'autres personnes en danger.

1.3. Facteurs de confort et d'efficacité

1.3.1. Adaptation des EPI à la morphologie de l'utilisateur

Les EPI doivent être conçus et fabriqués de façon telle qu'ils puissent être placés aussi aisément que possible sur l'utilisateur dans la position appropriée et s'y maintenir pendant la durée nécessaire prévisible du port, compte tenu des facteurs d'ambiance, des gestes à accomplir et des postures à prendre. Pour ce faire, les EPI doivent pouvoir s'adapter au mieux à la morphologie de l'utilisateur, par tout moyen approprié, tel que des systèmes de réglage et de fixation adéquats, ou une variété suffisante de tailles et pointures.

1.3.2. Légèreté et solidité de construction

Les EPI doivent être aussi légers que possible, sans préjudice de leur solidité de construction ni de leur efficacité.

Outre les exigences supplémentaires spécifiques, visées au point 3, auxquelles les EPI doivent satisfaire en vue d'assurer une protection efficace contre les risques à prévenir, ils doivent posséder une résistance suffisante contre les effets des facteurs d'ambiance inhérents aux conditions prévisibles d'emploi.

1.3.3. Compatibilité nécessaire entre les EPI destinés à être portés simultanément par l'utilisateur

Lorsque plusieurs modèles d'EPI de genres ou types différents sont mis sur le marché par un même fabricant en vue d'assurer simultanément la protection de parties voisines du corps, ils doivent être compatibles.

1.4. Notice d'information du fabricant

La notice d'information établie et délivrée obligatoirement par le fabricant avec les EPI mis sur le marché doit contenir, outre les nom et adresse du fabricant et/ou de son mandataire établi dans la Communauté, toute donnée utile concernant:

a) les instructions de stockage, d'emploi, de nettoyage, d'entretien, de révision et de désinfection. Les produits de nettoyage, d'entretien ou de désinfection préconisés par le fabricant ne doivent avoir, dans le cadre de leur mode d'emploi, aucun effet nocif sur les EPI ni sur l'utilisateur;

b) les performances réalisées lors d'examens techniques visant à vérifier les niveaux ou classes de protection des EPI;

c) les accessoires utilisables avec les EPI, ainsi que les caractéristiques de pièces de rechange appropriées;

d) les classes de protection appropriées à différents niveaux de risques et les limites d'utilisation correspondantes;

e) la date ou le délai de péremption des EPI ou de certains de leurs composants;

f) le genre d'emballage approprié au transport des EPI;

g) la signification du marquage, lorsqu'il en existe un (voir le point 2.12).

La notice d'information doit être rédigée de façon précise, compréhensible, et au moins dans la ou les langues officielles de l'État membre destinataire.

ANNEXE VII

LISTE DES ASP

Secteur administration provinciale

Secteur affaires municipales

Secteur affaires sociales

Secteur construction

Secteur fabrication d'équipement de transport et de machines

Secteur habillement et fabrication de produits en métal et de produits électriques

Secteur imprimerie et activités connexes

Secteur mines

Secteur services automobiles

Secteur transport et entreposage

Secteur textile

(Commission de la santé et de la sécurité du travail, 2010)

ANNEXE VIII

MÉTABOLISME

Le tableau A8.1 dresse le métabolisme d'une liste de différentes activités et le tableau A8.2 classe le niveau ce de métabolisme de repos à métabolisme très élevé.

Tableau A8.1 Exemples de métabolisme pour différentes activités

Tiré du recueil de normes AFNOR(2000b, p. 137)

Activité	Métabolisme (W/m^2)
Atelier de finition	
travail au marteau pneumatique	175
meulage, découpage	175
Industrie forestière	
Transport et travail à la hache	
marche et transport (masse 7kg) dans la forêt, 4km/h	285
port d'une tronçonneuse (18kg) à la main, 4km/h	385
travail à la hache (masse de 2kg, 33 coups/min)	500
coupe de racine à la hache	375
élagage (sapin)	415
Sciage	
coupe à contre-fil, scie passe-partout à deux hommes	
60 doubles coups/min, 20 cm^2 par double coup	415
40 doubles coups/min, 20 cm^2 par double coup	240
abattage à la tronçonneuse	
tronçonneuse à un homme	235
tronçonneuse à deux hommes	205
coupe à contre-fil	
tronçonneuse à un homme	205
tronçonneuse à deux hommes	190
écorçage	
valeur moyenne en été	225
valeur moyenne en hiver	390
Agriculture	
bêchage (24 coups/min)	380
labourage avec un attelage de chevaux	235
labourage avec un tracteur	170
fertilisation d'un champ	
semailles à la main	280
semailles avec un semoir tiré par des chevaux	250
semailles avc un tracteur	95
binage (masse de la binette 1,25kg)	170
Ski	
sur terrain plat, bonne neige	
7km/h	350
9km/h	405
12km/h	510
Patinage	
12km/h	225
15km/h	285
18km/h	360
Travaux domestiques	
ménage	100 à 200
cuisine	80 à 135
vaisselle, debout	145
lavage à la main et repassage	120 à 220
rasage, toilette et habillage	100
Activité de base	
Marcher sur un terrain plat, chemin régulier	
2km/h	110
3km/h	140
4km/h	165
5km/h	200

Activité	Métabolisme (W/m^2)
Marcher en montant, 3km/h	
pente de 5°	195
pente de 10°	275
pente de 15°	390
Marcher en descendant, 5km/h	
pente de 5°	130
pente de 10°	115
pente de 15°	120
Monter un escalier (0,172m/marche)	
80 marches à la minute	155
Transporter une charge sur terrain plat, 4km/h	
masse de 10kg	185
masse de 30kg	250
masse de 50kg	360
Courir à pied	
9km/h	435
12km/h	485
15km/h	550
Industrie du bâtiment	
Pose de briques (construction d'un mur de même surface)	
brique pleine (masse 3,8kg)	150
brique creuse (masse 4,2kg)	140
brique creuse (masse 15,3kg)	135
brique creuse (masse 23,4kg)	125
Fabrication d'éléments finis en béton	
coffrage et décoffrage (enrobage du béton précontraint)	180
mise en place des armatures en acier	130
coulage du béton (enrobage du béton précontraint)	180
Construction d'une maison d'habitation	
gâchage du ciment	155
coulage du béton pour les fondations	275
compactage du béton par vibrations	220
coffrage	180
chargement d'une brouette avec pierres et mortier	275
Industrie sidérurgique	
Haut fourneau	
préparation du canal de coulée	340
perçage	430
Moulage (moulage à la main)	
moulage de pièces de dimensions moyennes	285
tassage avec un marteau pneumatique	175
moulage de petites pièces	140
Moulage à la machine	
démoulage	125
moulage, coulée à un homme	220
moulage, coulée à deux hommes	210

Tableau A8.2 Classification des niveaux de métabolisme

Tiré du recueil de normes AFNOR (2000b, p. 89)

Classe	Plage de métabolisme		Valeur à utiliser pour le calcul du métabolisme moyen		Exemples
	W/m^2 *)	W	W/m^2	W	
0 Repos	jusqu'à 65	jusqu'à 117	65	117	Repos
1 Métabolisme faible	65 à 130	118 à 234	100	180	Assis à l'aise : travail manuel léger (écriture, frappe à la machine, dessin, couture, comptabilité) ; travail des mains et des bras (petits outils d'établi, inspection, assemblage ou triage de matériaux légers) ; travail des bras et des jambes (conduite de véhicules dans des conditions normales, manoeuvre d'un interrupteur à pied ou à pédale). Debout : perceuse (petites pièces) ; fraiseuse (petites pièces) ; enroulement de petites armatures ; usinage avec outils de faible puissance ; marche occasionnelle (vitesse jusqu'à 3,5 km/h).
2 Métabolisme modéré	131 à 200	235 à 360	165	297	Travail soutenu des mains et des bras (cloutage, remplissage) ; travail des bras et des jambes (manœuvre sur chantiers, de camions, tracteurs ou engins) ; travail des bras et du tronc (travail au marteau pneumatique, accouplement de véhicules, plâtrage, manipulation intermittente de matériaux modérément lourds, sarclage, binage, cueillette de fruits ou de légumes, poussée ou traction de charrettes légères ou de brouettes, marche à une vitesse de 3.5 km/h à 5,5 km/h, forgeage).
3 Métabolisme élevé	201 à 260	361 à 468	230	414	Travail intense des bras et du tronc ; transport de matériaux lourds ; pelletage ; travail au marteau ; sciage ; planage ou ciselage de bois dur ; action de faucher à la main ; action de creuser ; marcher à une vitesse de 5,5 km/h à 7 km/h. Poussée ou traction de charrettes à bras ou de brouettes lourdement chargées ; enlèvement des copeaux de pièces moulées ; pose de bloc de béton.
4 Métabolisme très élevé	Plus de 260	Plus de 468	290	522	Activité très intense à allure rapide proche du maximum : travailler à la hache, action de pelleter ou de creuser avec intensité ; action de monter des escaliers, une rampe ou une échelle ; action de marcher rapidement à petits pas, de courir, de marcher à une vitesse supérieur à 7 km/h.

*) Métabolisme par mètre carré de surface du corps. Homme standard = $1,82 m^2$.
(Extrait du projet ISO/DIS 7243 de l'ISO/TC 159).

Un autre moyen de déterminer l'intensité du travail est de mesurer la consommation d'oxygène. Cette consommation est directement proportionnelle à l'énergie dépensée selon la conversion proposée au bas du tableau A8.3.

Tableau A8.3 Intensité du travail en fonction de la consommation d'oxygène

Tiré du recueil de normes AFNOR (2000b, p. 178)

	Consommation d'oxygène (l/min) *)			
	Faible (< 25%)	Modérée (25% - 50%)	Forte (51%-75%)	Très forte (> 75%)
Hommes				
20-29	< 0,83	0,86-1,65	1,67-2,49	> 2,49
30-39	< 0,78	0,80-1,55	1,57-2,33	> 2,33
40-49	< 0,74	0,76-1,41	1,43-2,13	> 2,13
50-59	< 0,64	0,66-1,26	1,28-1,90	> 1,90
60-69	< 0,50	0,52-1,00	1,01-1,50	> 1,50
Femmes				
20-29	< 0,64	0,66-1,01	1,04-1,40	> 1,40
30-39	< 0,58	0,60-0,84	0,86-1,30	> 1,30
40-49	< 0,54	0,56-0,80	0,82-1,20	> 1,20
50-59	< 0,44	0,46-0,76	0,78-1,10	> 1,10
60-69	< 0,38	0,40-0,70	0,72-1,00	> 1,00

*) Faible, modérée, etc. correspondent à < 25%, 25%-50%, etc., de la consommation maximale d'oxygène.
Consommation d'oxygène : 1l/min = 21 kJ/min = 350 W.
(Adapté de <Habitual Physical Activity and Health> de K. Lange/Andersen et autres, WHO, 1978).

ANNEXE IX

ORGANIGRAMMES DE SÉLECTION DES APR

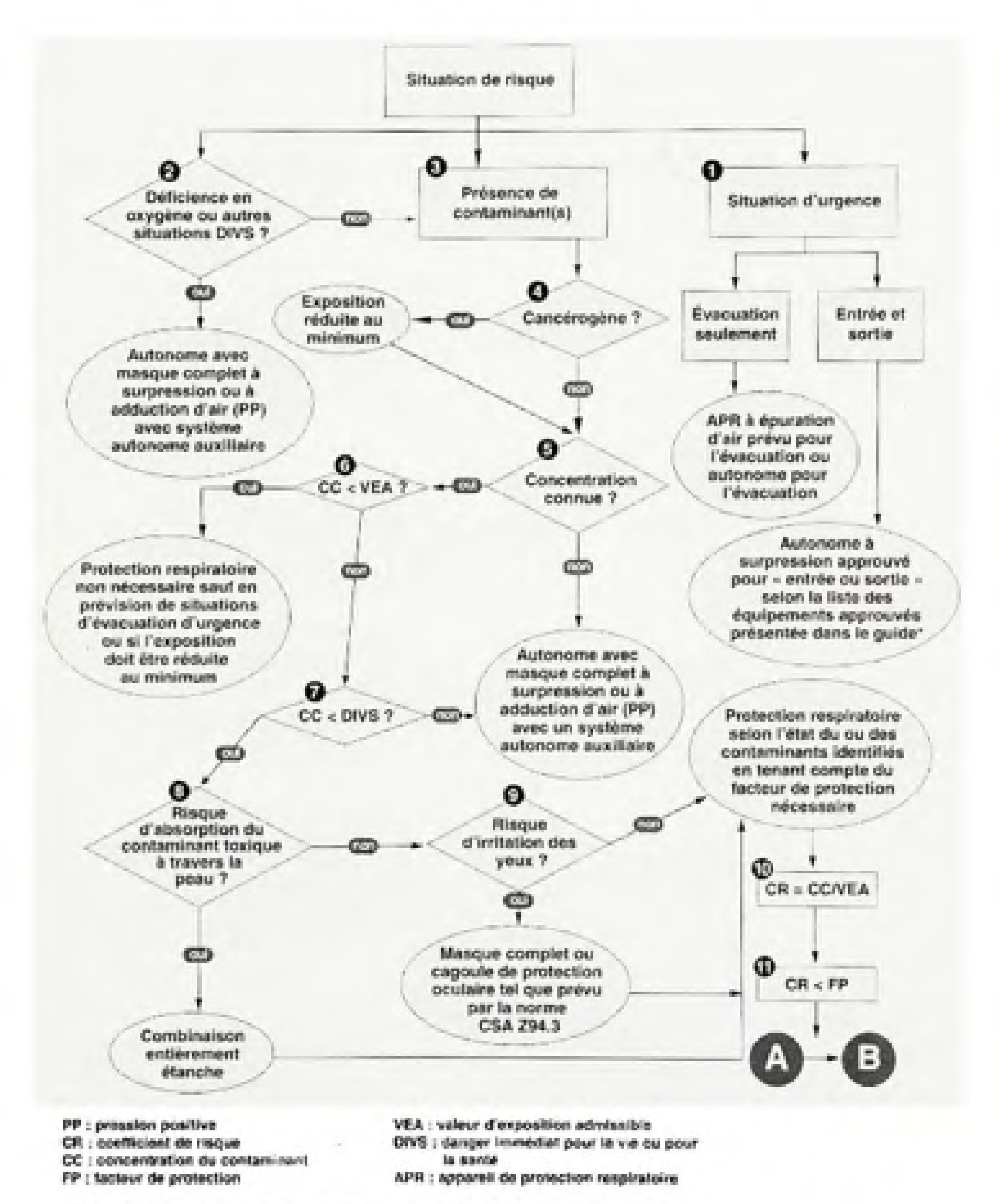


Figure A9.1 Organigramme de sélection des APR - 1 de 3.

Tirée de Lara et Vennes (2003, p.9)

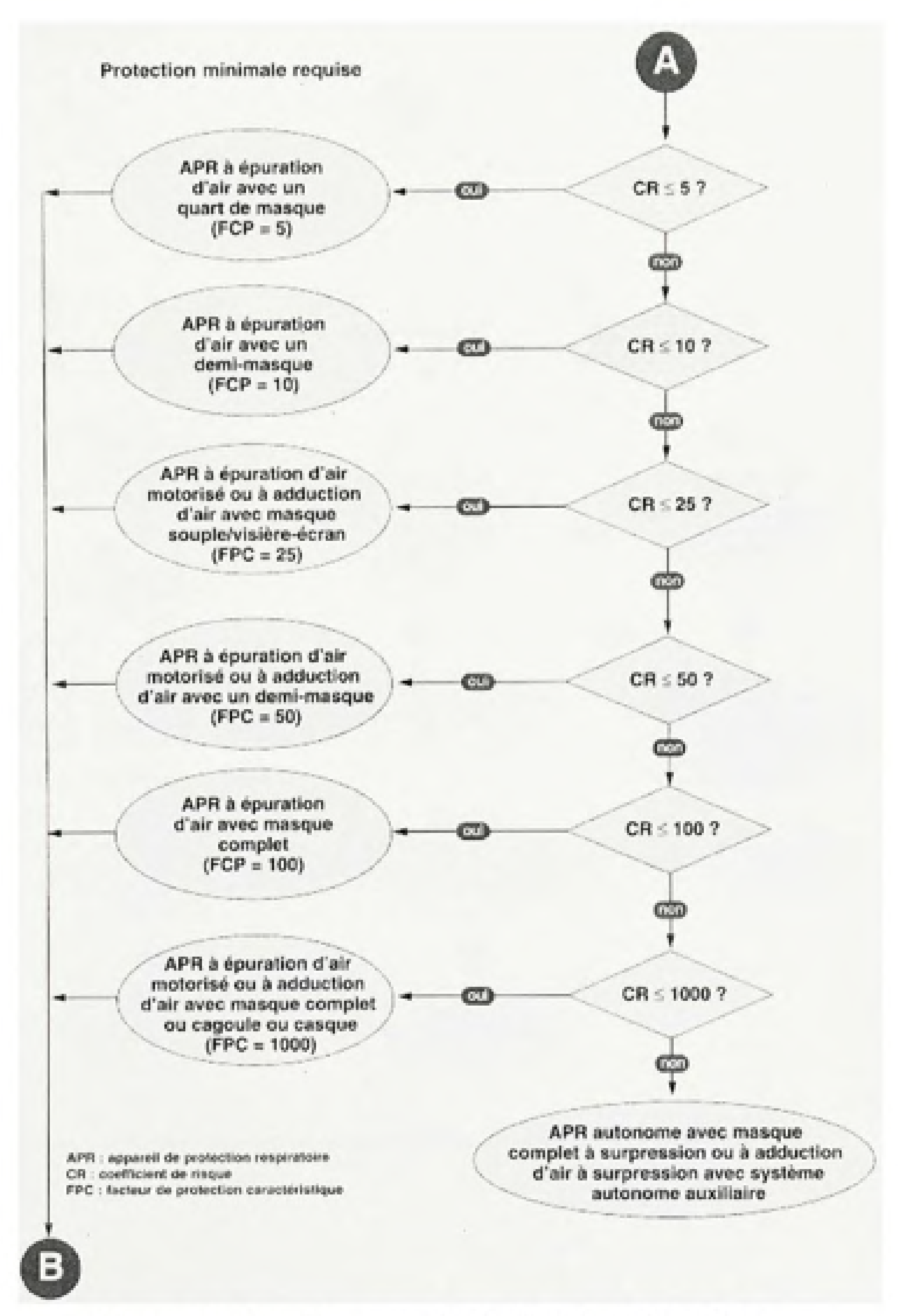
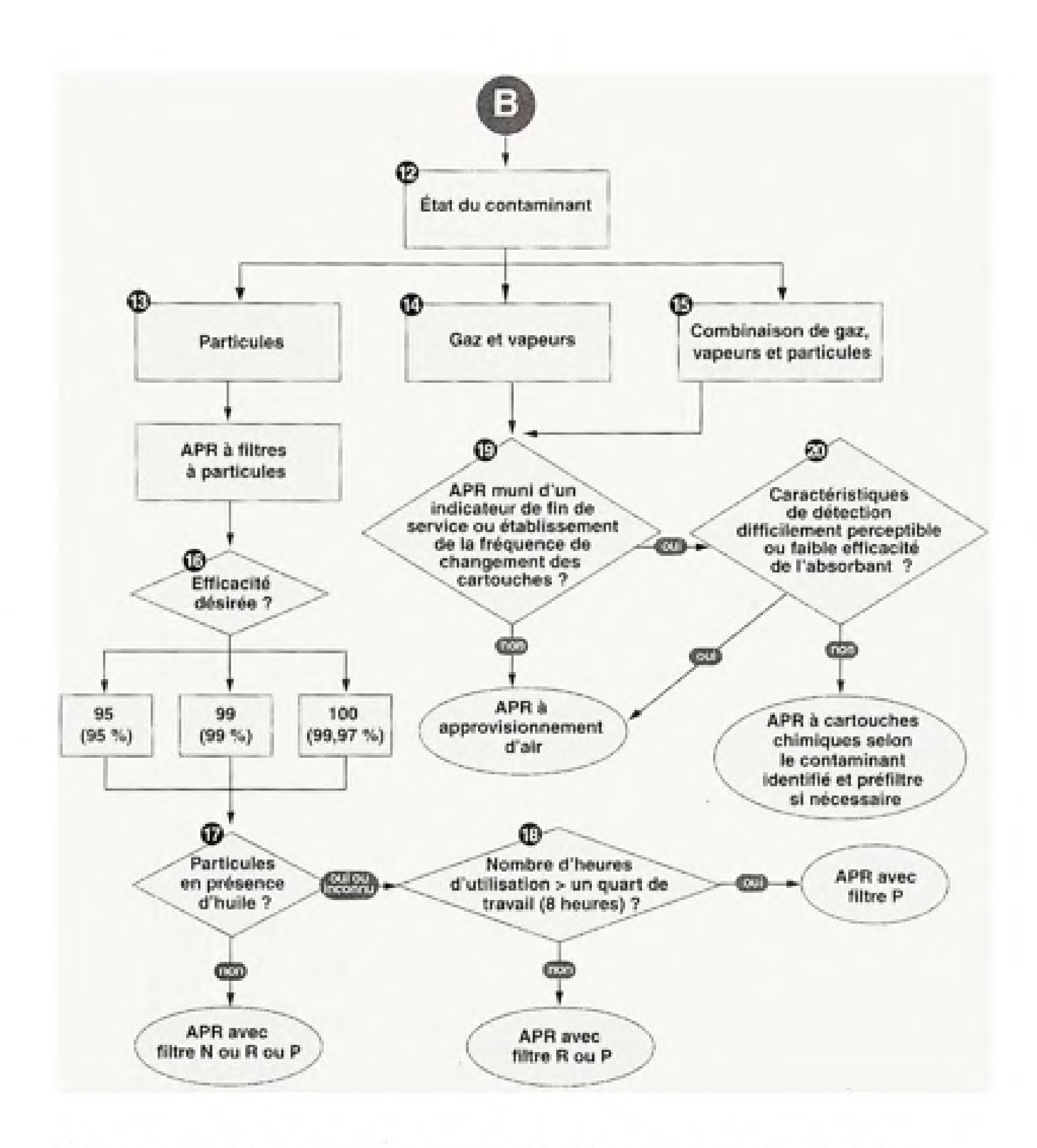


Figure A9.2 Organigramme de sélection des APR - 2 de 3.

Tirée de Lara et Vennes (2003, p.10)



S'assurer que l'APR choisi est approuvé et que son usage respecte les limites d'utilisation décrites au chapitre 3.

APR : appareil de protection respiratoire

Figure A9.3 Organigramme de sélection des APR - 3 de 3.

Tirée de Lara et Vennes (2003, p.11)

ANNEXE X

RÉFÉRENCE POUR UNE BASE DE DONNÉES DES ÉPI

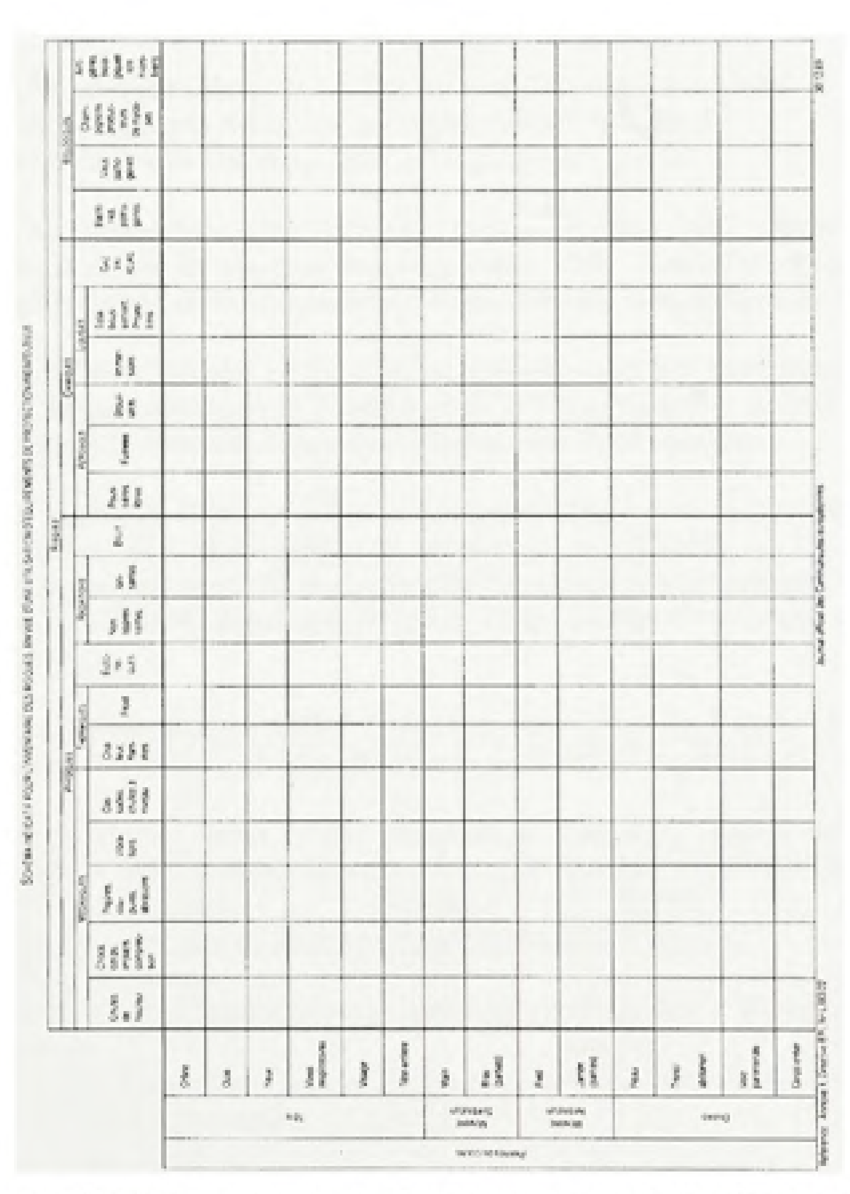


Figure A10.1 Schéma Inventaire des risques en vue de l'utilisation d'ÉPI.

Tirée de 89/656/CEE (Union européenne, 1989b)

BIBLIOGRAPHIE

Akbar-Khanzadeh, Farhang, Michael S. Bisesi et Ruben D. Rivas. 1995. « Comfort of personal protective equipment ». *Applied Ergonomics,* vol. 26, n° 3, p. 195-198.

Arteau, Jean. 2008. « Note de cours - GTS503 ». In. Montréal: École de technologie supérieure.

Arteau, Jean, Yves Beauchamp, Ian Langlais et Frédéric Vachon. 2002. « Harnais pour élagueur ». Commission de la santé et de la sécurité du travail
Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail.

Arteau, Jean, Yves Beauchamp, Ian Langlais et Frédéric Vachon. 2007. *Travail en hauteur et protection contre les chutes pour les élagueurs.* Coll. « Études et recherche », R-505. Montréal: Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, 133 p.

Arteau, Jean, et Denis Giguère. 1991. « Proposed method to test harness for strength and human factors criteria ». In *Fundamentals of Fall Protection.* p. 363-390. Toronto: Edited by A.C. Sulowski International Society for Fall Protection.

Arteau, Jean, et Denis Giguère. 1993. « Efficacité, fiabilité et confort comme critères d'évaluation des équipements de protection individuelle ». In *IVe colloque international du comité de recherches de l'Association internationale de la Sécurité sociale.* p. 339-344. Strasbourg (France), 22-23 octobre 1992: Presses universitaires de Nancy.

Arteau, Jean, et Sylvie Nadeau. 2008. « Notes de cours - GIA 601 ». In *Les équipements de protection individuelle*. Montréal: École de technologie supérieure.

Arteau, Jean, et Denis Turcot. 1985. *Élaboration d'un banc d'essai pour évaluer la performance des jambières de protection pour les opérateurs de scies à chaîne.* En ligne. E-015. Montréal: IRSST, 59 p. <http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PubIRSST/E-015.pdf>.

ASP imprimerie. 2009. « Équipements de protection individuelle ». En ligne. Anjou: ASP imprimerie et activités connexes. <http://www.aspimprimerie.qc.ca/fichier/contenupublication/EquipementProtectionInd%20(EPI).pdf>. Consulté le 17 juin 2009.

ASP imprimerie. 2010. *Comité SST.* En ligne. Anjou: ASP imprimerie et activités connexes. <http://www.aspimprimerie.qc.ca/fichier/contenupublication/DroitObligationTravailleurEmployeur.pdf>. Consulté le 18 mai 2010.

Association canadienne de normalisation. 1992 (C2003). *Absorbeurs d'énergie pour dispositifs antichutes*. Z259.11-FM92 (C2003). Ottawa (Ont.): Association canadienne de normalisation, 25 p.

Association canadienne de normalisation. 2005. *Casques de sécurité pour l'industrie: Tenue en service, sélection, entretien et utilisation*. Z94.1-F05. Ottawa (Ont.): Association canadienne de normalisation, 66 p.

Association Française de Normalisation. 1999. *Vêtements de protection Propriétés mécaniques Détermination de la résistance à la coupure par des objets tranchants*. Association Française de Normalisation. NF EN ISO 13997. Paris: Association Française de Normalisation, 4 p.

Association Française de Normalisation. 2000a. *Équipements de protection individuelle*. Coll. « Recueil de normes françaises ». Paris (France), 577 p.

Association française de normalisation. 2000b. *Équipements de protection individuelle : sélection, utilisation et entretien*. Coll. « Recueil de normes francaises ». Paris: Association française de normalisation, 577 p.

Association Française de Normalisation. 2004. *Gants de protection contre les risques mécaniques*. NF EN 388:2004. France: AFNOR, 19 p.

Association québécoise pour l'hygiène, la santé et la sécurité du travail. 2004. *Manuel d'hygiène du travail: Du diagnositc à la maîtrise des facteurs de risque*. Montréal (Québec), 738 p.

ASTM International. 2004. *Standard test method for measurement of cut resistance to chain saw in lower body (legs) protective clothing*. ASTM F 1414-04. États-Unis: ASTM International, , 14 p.

ASTM International. 2005. *Standard test method for measuring cut resistance of materials used in protective clothing*. ASTM F1790-05. États-Unis: ASTM International, 10 p.

ASTM International, committee F23. 2009. <www.astm.org/cgi-bin/SoftCart.exe/COMMIT/COMMITTEE/F23.htm?E+mystore>. Consulté le 13 juin 2009.

Baeza, Michèle. 1996. « De la prescription des E.P.I. à leur utilisation en situation réelle de travail ». *Sécurité et médecine du travail*, n° 113, p. 6-8.

Beauchamp, Yves, Denis Marchand, Marc Thomas et Michel Galopin. 1997a. *Impact de l'utilisation des pistolets de soudage pourvus d'une buse d'aspiration sur l'activation musculaire des membres supérieurs, la perception psychophysique et la qualité des assemblages soudés*. Coll. « Études et recherches », R-152. Montréal: IRSST, 32 p.

Beauchamp, Yves, Marc Thomas, Jean Arteau et Denis Marchand. 1997b. *Étude sur la grimpabilité des poteaux de bois dans le cadre de l'entente conjointe Hydro-Québec et Bell Canada*. Coll. « Études et recherches », R-164. Montréal: IRSST, 87 p.

Brion, Jean-Pierre. 1992. « Protection individuelle ou facteur de risque? ». *Maîtriser le risque au poste de travail*, p. 363-367.

Bureau de normalisation du Québec. <http://www.bnq.qc.ca/fr/index.html>. Consulté le 23 juin 2009.

Bureau International du Travail (BIT). 1996. *Introduction à l'étude du travail*, Troisième édition française. Genève (Suisse), 524 p.

Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail. 6 octobre 1997. *Réponses SST*. En ligne. <www.cchst.ca/oshanswers/prevention/ppe/>. Consulté le 8 juin 2009.

Chester, G., A.V. Adam, A. Inkmann Koch, M. H. Litchfield et C. P. Tuinman. 1990. « Field evaluation or protective equipment for pesticide operators in a tropical climate ». *La medicina del lavoro*, vol. 81, n° 6, p. 480-488.

Commission de la santé et de la sécurité du travail. 2009. <www.csst.qc.ca/portail/fr/>. Consulté le 15 juin 2009.

Commission de la santé et de la sécurité du travail. 2010. <www.csst.qc.ca/portail/fr/>. Consulté le 14 juin 2010.

Corlett, E. N., et R. P. Bishop. 1976. « A technique for measuring postural discomfort ». *Ergonomics*, n° 9, p. 175-182.

CRAMIF. 2004. « Guide pour l'évaluation des risques professionnels et le plan d'action de prévention - Une aide pour le document unique et le plan d'action (DTE 167) ». En ligne. <www.cramif.fr/documentations/doc_entreprise_detail.asp?num_pub=89>. Consulté le 14 juin 2009.

CSA. 2000. *Dispositifs à cordon autorétractable pour dispositifs antichutes*. Z259.2.2. Canadian Standards Association, 27 p.

CSST, IRSST. 2004. *Sécurité des machines : phénomènes dangereux, situations dangereuses, événements dangereux, dommages*. DC 900-337-1. Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec.

Davillerd, Christian. 2002a. *Prévention et port des équipements de protection individuelle 1. Les activités de bucheronnage*. En ligne. Coll. « Note scientifique et technique », NS210. INRS, 43 p. <http://www.inrs.fr/inrs-

pub/inrs01.nsf/inrs01_catalog_view_view/A147309CC428185EC1256E1200491259/$FILE/ns210.pdf>.

Davillerd, Christian. 2002b. *Prévention et port des équipements de protection individuelle 2. Les activités d'élagage*. En ligne. Coll. « Note scientifique et technique », NS211. INRS, 42 p. <http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/inrs01_pc_view/91B2A4C8E5529456C1256E120048D2EA/$File/ns211.pdf>.

Davillerd, Christian. 2002c. *Prévention et port des équipements de protection individuelle. 3. Métiers du cheval*. En ligne. Coll. « Note scientifique et technique », NS212. INRS, 28 p. <http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/inrs01_catalog_view_view/702380C4B3A71D1BC1256E120048E5A1/$FILE/ns212.pdf>.

Davillerd, Christian. 2002d. *Prévention et port des équipements de protection individuelle. 4. L'utilisation de produits phytosanitaires*. En ligne. Coll. « Note scientifique et technique », NS213. INRS, 34 p. <http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/inrs01_pc_view/C2FB588E0EF50014C1256E1200495D49/$File/ns213.pdf>.

Davillerd, Christian. 2002e. *Prévention et port des équipements de protection individuelle. 5. Une usine métallurgique*. En ligne. Coll. « Note scientifique et technique », NS214. INRS, 61 p. <http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/inrs01_pc_view/6686056275EF2326C1256E12004918DC/$File/ns214.pdf>.

Davillerd, Christian. 2002f. *Prévention et port des équipements de protection individuelle. 6. Un centre hospitalier*. En ligne. Coll. « Note scientifique et technique », NS215. INRS, 45 p. <http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/inrs01_pc_view/11DF9032283CAE2CC1256E120048EC51/$File/ns215.pdf>.

Design and emotion. <http://www.designandemotion.org/>. Consulté le 26 juin 2009.

Desjardins-David, Isabelle, et Jean Arteau. 2009. « Méthodologie d'analyse des solutions SST pour convaincre les différents intervenants ». *Journal International sur l'Ingénierie des Risques Industriels*. En ligne. Vol. 2, n° 1. <http://www.etsmtl.ca/zone2/recherche/JIIRI/Article_Desjardins_V2N1-01.pdf>.

Dolez, Patricia, Katayoun Soulati, Chantal Gauvin, Jaime Lara et Toan Vu-Khanh. 2010. « Guide de sélection des gants de protection ». En ligne. <http://www.irsst.qc.ca/gants/fr/index.html>.

Feeney, R. J. 1986. « Why is there resistance to wearing protective equipment at work? Possible strategies for overcoming this ». *Journal of occupational accidents,* vol. 8, p. 207-213.

Filion, Nadine. 1999. « Les sécheuses à linge de GE resteront montréalaises ». *La Presse* (Montréal). 10 mars, p. D1. In *Eureka.cc.*

Garin J. 1993. *Étude des moyens de protection collective et individuelle contre le risque HAP en cokerie.* Coll. « Projet CECA 7249/12/033 ». Luxembourg: Commission des Communautés Européennes.

Giraud, Laurent, Daoud Ait-Kadi, Élise Ledoux, Joseph-Jean Paques et Sébastien Tanchoux. 2008. *La maintenance - État de la connaissance et étude exploratoire.* En ligne. R-578. IRSST, 61 p. <http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PubIRSST/R-578.pdf>.

Gouvernement du Canada. à jour au 20 mai 2009. *Code canadien du travail.* <http://lois.justice.gc.ca/PDF/Statute/L/L-2.pdf>. Consulté le 10 juin 2009.

Gouvernement du Québec. à jour au 14 mai 2009. *Loi sur la santé et la sécurité du travail.* Éditeur officiel du Québec, 80 p. <http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/S_2_1/S2_1.html>. Consulté le 10 juin 2009.

Gouvernement du Québec. à jour au 27 mai 2009a. *Code de sécurité pour les travaux de construction.* Québec (Québec): Éditeur officiel du Québec, 247 p. <http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/S_2_1/S2_1R6.HTM>. Consulté le 12 juin 2009.

Gouvernement du Québec. à jour au 27 mai 2009b. *Règlement sur la santé et la sécurité du travail.* Québec: Éditeur officiel du Québec, 89 p. <http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=%2F%2FS_2_1%2FS2_1R19_01.htm>. Consulté le 10 juin 2009.

Gouvernement du Québec. à jour au 27 mai 2009c. *Règlement sur les travaux forestiers.* Québec: Éditeur officiel du Québec, <http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/S_2_1/S2_1R22.HTM>.

Gros, Paul. 1989. « La protection individuelle et collective ». *Revue Générale de Sécurité - RGS*, n° 89 (Décembre 1989), p. 51-57.

Haines, Victoria, Edward Elton et Michael Hussey. 2005. « Revision of body size criteria in standards - Protecting people who work at height ». Grande-Bretagne: Health and Safety Executive.

Iacono, G., A.-M. Galdo, A.-M. Apprea, A. Mango, L. Minei, M. Sbandi, G. Villone-Betochi et A. Lama. 1967. *Dynamique des résistances individuelles et collectives à l'utilisation des moyens de protection.* Coll. « Communauté Européenne de Charbon et d'Acier : Les facteurs humains et la sécurité dans les mines et la sidérurgie. Étude de physiologie et de psychologie du travail », 2. Luxembourg.

International Organization for Standardization. 1998. *Protective clothing for users of hand-held chain-saws Part 1 : Test rig driven by a flywheel for testing resistance to cutting by a chain-saw.* ISO 11939-1. Genève (Suisse): International Organization for Standardization, 18 p.

ISO. 2009. <www.iso.org/iso/fr/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_tc_browse.htm?commid=50580&includesc=true&published=on>. Consulté le 13 juin 2009.

Krawsky, G., et Christian Davillerd. 1997. *Conditions d'acceptation des équipements de protection individuelle : Étude bibliographique et position du problème (NS152).* Paris: INRS.

Labranche, Laetitia. 2007. *Caractéristiques des vêtements d'hiver pour les travailleurs des éoliennes.* Coll. « Projet synthèse ». Montréal: École de technologie supérieure, 35 p.

Lara, Jaime, Denis Turcot, Renaud Daigle et François Payot. 1996. « Comparaison of two methods to evaluate the resistance of protective gloves to cutting by sharp blades ». In *Performance of protective clothing Fifth volume* (San Francisco, 25-27 janvier 1994), sous la dir. de James S. Johnson, et S.Z. Mansdorf. p. 32-42. Fredricksburg (VA): ASTM STP 1237.

Lara, Jaime, et Mireille Vennes. 2003. *Guide pratique de protection respiratoire.* Montréal (Québec): Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec, 56 p.

Le Petit Robert de la langue française. 2009. En ligne. <http://pr2009.bvdep.com/version-1/pr1.asp>.

Legault Faucher, Monique. 2007. « Les ASP : du berceau à la maturité ». *Prévention au travail,* vol. 20, n° 4 (automne), p. 7-14.

Legault Faucher, Monique, et Julie Melançon. 2003. « Dossier Les ÉPI: peut-on changer les habitudes? ». *Prévention au travail,* (Printemps), p. 8-14.

Marchand, Denis, Guy Tremblay et Chantal Tellier. 2007. *Évaluation des contraintes physiques associées au port de différents vêtements individuels de protection des pompiers.* R-444. Montréal: IRSST.

Marsolais, Claude-V. 1998a. « Arrêt de travail chez CAMCO ». *La Presse* (Montréal). 11 mai, p. A6. In *eureka.cc*.

Marsolais, Claude-V. 1998b. « CAMCO: rejet des offres patronales ». *La Presse* (Montréal). 24 avril, p. A5. In *eureka.cc*.

Mayer, A., A. Le Brech et P. Pichon. 2007. « Les casques de protection, choix et utilisation ». En ligne. Paris: Institut national de recherche et de sécurité (INRS). <http://www.inrs.fr/INRS-PUB/inrs01.nsf/inrs01_catalog_view_view/A1AC6B30B954CE42C1257369004E7C3F/$FILE/ed993.pdf>.

Mélançon, Sylvain. 2000. *Les PME au Québec - État de la situation, édition 1999*. En ligne. <http://www.stat.gouv.qc.ca/publications/economi/etat-pme99_pdf.htm>. Consulté le 15 juin 2009.

Ministry of labour. à jour au 20 août 2007. *Occupational Health and Safety Act*. Ontario. <www.e-laws.gov.on.ca/html/statutes/english/elaws_statutes_90o01_e.htm>. Consulté le 13 juin 2009.

Monod, Hugues, et Bronislaw Kapitaniak. 2003. *Ergonomie*, 1ère édition. Coll. « Abrégés ». Paris (France): SNEL S.A., 286 p.

Nadeau, Sylvie, Daniel Leblanc, Robert Gilbert et Jean Arteau. 2002. *The partnership approach in health and safety at work*. R-261. Montréal (Québec): Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, 16 p.

NF EN 13921. 2007. *Équipements de protection individuelle : Principes ergonomiques*. NF EN 13921 La Plaine Saint-Denis: Association française de normalisation (AFNOR), 27 p.

Noël, Kathy. 1998. « 450 syndiqués débrayent, 6 800 attendent des offres, 1 150 signent ». *Les Affaires* (Montréal). 6 juin, p. 8. In *eureka.cc*.

Noël, Kathy. 1999. « Contrat de 600 M$ à Camco ». *Les Affaires* (Montréal). 13 mars, p. 7. In *Eureka.cc*.

North. 2005. *Produits de sécurité North Canada*. <www.northsafety.com>. Consulté le 29 juillet 2010.

Occupational Safety & Health Administration. à jour au 1er janvier 2004. *Occupational Safety and Health Act of 1970*. États-Unis: United states department of labor. <www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=OSHACT&p_id=2743>. Consulté le 12 juin 2009.

Office québécois de la langue française. 2009. *Grand dictionnaire terminologique*. En ligne. <w3.granddictionnaire.com>. Consulté le 14 juin 2009.

Otis, James C., et Albert H. Burstein. 1996. « A proposed method for evaluation neck protection equipment ». *Safety in American football ASTM STP 1305*. p. 75-82.

Paques, Joseph-Jean, François Gauthier, Alejandro Pérez, Philippe Charpentier, Pascal Lamy et Roger David. 2006. *Bilan raisonné des outils d'appréciation des risques associés aux machines industrielles*. R-459. Montréal: IRSST, 64 p.

Parsons, Ken. 2006. « Heat Stress Standard ISO 7243 and its Global Application ». *Industrial Health*, vol. 44, p. 368-379.

Pérusse, Michel. 1995. *Le coffre à outils de la prévention des accidents en milieu de travail*, 2e édition. Napierville (Québec), 303 p.

Pirani, M., et J. Reynolds. 1976. « Gearing up for safety ». *Personnel management*, vol. 8, n° 2, p. 25-29.

Pringalle, C. 1998. « Efficacité et confort des équipements de protection individuelle ». *INRS: Cahier de notes documentaires - Hygiène et sécurité du travail*, vol. 3e trimestre, n° 172, p. 283-298.

PTI Solutions. <http://www.ptisolutions.net/pti_industrielle/fr/distrimag.html>. Consulté le 2 juillet 2009.

Rowland, F.J. 1988. « Research on safety helmets at the heath and safety executive of the inited kingdom ». In *COPE'88* (Toronto, 31 octobre - 2 novembre 1988).

RRSSTQ. 2008. *Bases de données sur les équipements de protection individuelle certifiés*. <<http://www.portail-rrsstq.com/2008-05-05>>. Consulté le 2 juillet 2009.

Standards direct. <http://www.standardsdirect.org/standards/standards1/StandardsCatalogue24_view_13833.html>. Consulté le 1 juillet 2009.

Stevenson, William J., Claudio Benedetti et Hocine Bourenane. 2001. *La gestion des opérations : produits et services*. Montréal: Chenelière/McGraw-Hill, 785 p.

Stirling, Mandy. 2003. « National anthropometry survey of female firefighters : Designing for safety, performance and comfort ». En ligne. United Kingdom: HSE. <http://www.humanics-es.com/FireFighterAnthropometry.pdf>.

Tanaka, Masatoshi , Yutaka Tqchiharaa, Shinya Yamazaki, Tadakatsu Ohnaka et Keiichi Yoshida. 1983. « Thermal reaction and manual performance during cold exposure while wearing cold-protection clothing ». *Ergonomics,* vol. 26, n° 2 (février), p. 141-149.

Tellier, Chantal, Jaime Lara et Renaud Daigle. 1999. *La sélection et le développement de gants de protection contre les lacérations dans le secteur de la fabrication des produits en métal.* Coll. « Études et recherche », R-234. Montréal: Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, 45 p. <http://www.irsst.qc.ca/fr/_publicationirsst_743.html>.

Tourigny, Pierre. 1981. « Les facteurs influençant le port des protecteurs auditifs dans trois industries du meuble de la région de Laurier-Station au Québec ». Université Laval.

Union européenne. 1989a. *Directive du conseil concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux équipements de protection individuelle (89/686/CEE).* Office des publications. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31989L0686:FR:NOT>. Consulté le 15 juin 2009.

Union européenne. 1989b. *Directive du conseil concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé pour l'utilisation par les travailleurs au travail d'équipements de travail (89/656/CEE).* Office des publications. <http://admi.net/eur/loi/leg_euro/fr_389L0655.html>. Consulté le 20 juin 2009.

Ville de Montréal. 26 novembre 2004. « Quand faut-il élaguer les arbres? ». In *Carnet horticole et botanique du Jardin Botanique de Montréal.* En ligne. <http://www2.ville.montreal.qc.ca/jardin/info_verte/arbre/elagage.htm>.

Vink, Peter. 2005. *Comfort and design: Principles and good practice.* Coll. « Ergonomics and human factors ». Boca Raton (États-Unis), 293 p.

Voix, Jérémie, et Frédéric Laville. 2005. « Problématiques associées au développement d'un bouchon d'oreille "intelligent" ». *PISTE.* En ligne. Vol. 7, n° 2 (mai 2007). <http://www.pistes.uqam.ca/v7n2/articles/v7n2a14s.htm>.

Wigmore, Dorothy. 1988. « The same, only different - some personal protective equipment issues for women ». In *COPE '88* (Toronto, 31 oct. - 2 nov. 1988).

WorkSafeBC. 2009. *Publications : OSH regulation.* En ligne. <http://www2.worksafebc.com/publications/OHSRegulation/Part8.asp>. Consulté le 12 juin 2009.